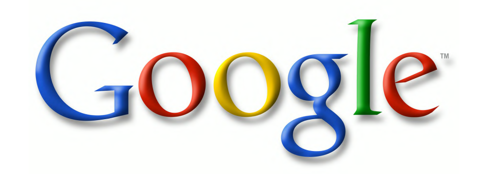
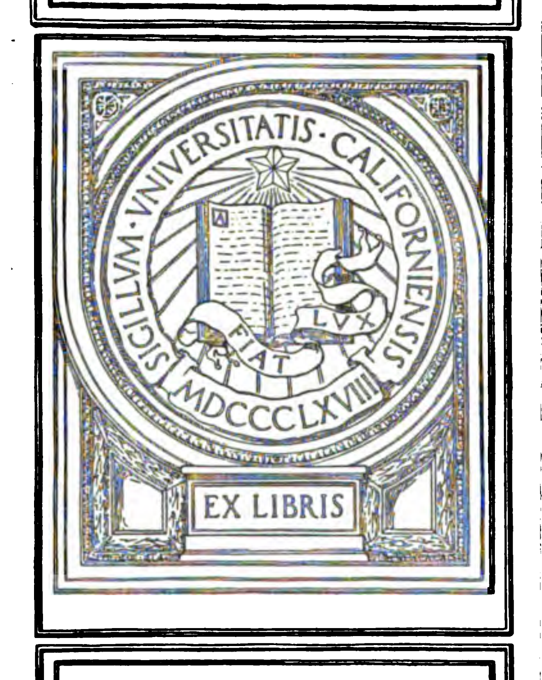



SIGILLVM · VNIVERSITATIS · CALIFORNIENSIS
FIAT LVX
MDCCCLXVIII
EX LIBRIS



ZEITSCHRIFT

FÜR

HYGIENE.

HERAUSGEGEBEN

VON

DR. R. KOCH, UND DR. C. FLÜGGE,

O. Ö. PROFESSOR UND DIRECTOR DES HYGIENISCHEN INSTITUTES DER UNIVERSITÄT BERLIN,

O. Ö. PROFESSOR UND DIRECTOR DES HYGIENISCHEN INSTITUTES DER UNIVERSITÄT BRESLAU.

ACHTER BAND.

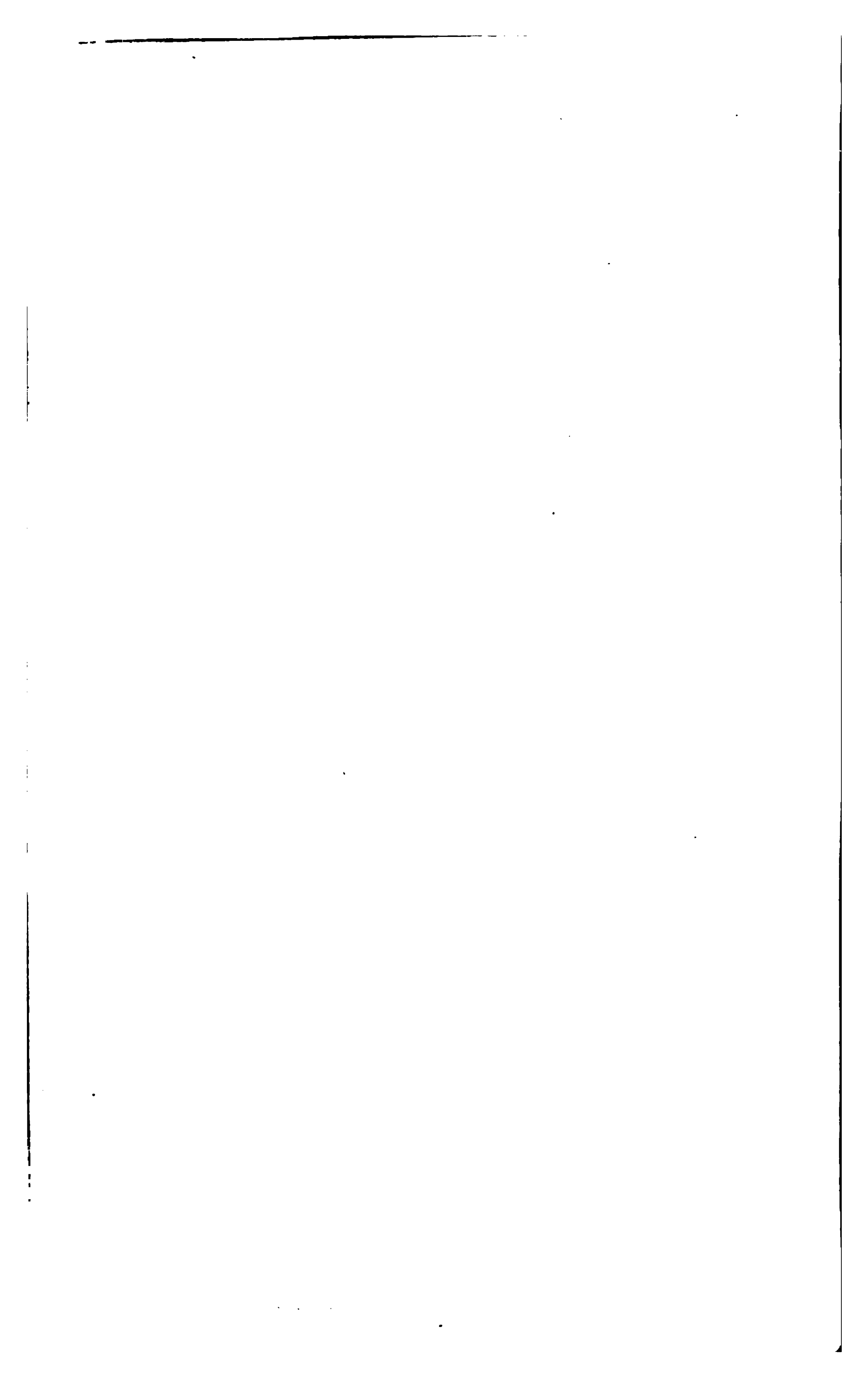
MIT ABBILDUNGEN IM TEXT UND ZWÖLF TAFELN.



LEIPZIG,

VERLAG VON VEIT & COMP.

1890.



Inhalt.



[Aus dem hygienischen Institut zu Berlin.]

Versuche über die Leistungen der Sandfiltration.

Von

Dr. **Carl Fränkel,** Privatdocenten und Assistenten am hygienischen Institut zu Berlin.

und

C. Piefke, Betriebsingenieur der städtischen Wasserwerke zu Berlin.

(Hierzu Taf. I u. II.)

In den ersten Monaten dieses Jahres (1889) wurde Berlin durch eine Typhusepidemie von sehr erheblichem Umfange heimgesucht. Während der Typhus abdominalis im Laufe der letzten anderthalb Decennien, sowohl was die Häufigkeit der Erkrankungen, als namentlich was die Höhe der Mortalität betrifft, eine fortschreitende Abnahme erfahren hatte, so dass er in der Sanitätsstatistik der städtischen Bevölkerung nur noch eine verhältnissmässig untergeordnete Rolle spielte, kamen von Mitte Januar bis gegen Mitte April d. J. nahezu 700 einzelne Fälle zur amtlichen, polizeilichen Kenntniss. Nach den Zusammenstellungen der Sanitäts-Commission gelangten zur Anzeige:

Januar 1889 64 Fälle, darunter 15, deren Beginn in den Monat December 1888 fällt.
Februar „ 271 „
März „ 258 „
April „ 95 „

Die Zahl der thatsächlichen Erkrankungen ist hiermit bei den unvermeidlichen Lücken und Fehlern unseres Meldewesens gewiss nur zu einem Theile wiedergegeben, die Ausdehnung der Seuche aber jedenfalls als eine recht beträchtliche zu erkennen.

Auffallend ist der Gegensatz, in welchem die beiden Monate Februar und März zur unmittelbar vorangehenden und folgenden Zeit stehen. Erhob sich der Typhus im Januar nur wenig über das gewöhnliche Mittel,

so schwoll er im Februar fast auf das vierfache, im März sogar noch höher an, um dann im April wieder steil abzusinken und im Mai den durchschnittlichen Stand zu erreichen.

Musste diese Erscheinung schon an und für sich die Aufmerksamkeit auf sich lenken, so war es noch mehr die eigenthümliche Verbreitung der in Rede stehenden Epidemie, welche zu Erörterungen geradezu herausforderte. In der auffallendsten Weise zeigten sich nur die östlichen, nordöstlichen und südöstlichen Bezirke, die Königstadt, Neu-Kölln, die Louisenstadt und das Stralauer Viertel betroffen, während der ganze Westen und Norden, also die Friedrichstadt, die Friedrich-Wilhelmstadt, das Schöneberger Revier, der Wedding und Gesundbrunnen fast gar nicht berührt wurden. Neben diesen beiden Gruppen von Stadtbezirken liess sich noch eine dritte unterscheiden, in welcher der Typhus zwar eine gewisse Zunahme erfuhr, aber doch eine irgendwie bemerkenswerthe Höhe nicht erreichte. Für dieses Uebergangsgebiet ist bezeichnend seine vorwiegend centrale Lage zwischen den beiden anderen.

Auf dem beigefügten Plane von Berlin (Taf. I) sind der bequemeren Uebersicht halber die drei unterschiedenen Gebiete durch abgestufte Farbentöne kenntlich gemacht. Die vom Typhus befallenen Stadttheile sind roth, die mässig berührten schwach röthlich gehalten, die ganz verschont gebliebenen zeigen die weisse Farbe des Grundes. Wir ersehen daraus, dass die Epidemie nicht in mehreren von einander unabhängigen Centren auftrat, sondern dass sie sich in einem vollständig geschlossenen, scharf umschriebenen, zusammenhängenden Gebiet verbreitete. Die Annahme lag nahe, dass dieses letztere unter dem Einflusse einer besonderen Schädlichkeit gestanden, dass es den Ansteckungsstoff von einer gemeinsamen Ursprungsstelle bezogen habe, die für die nicht betroffenen Stadttheile ausser Wirkung geblieben war.

Bei den herrschenden Anschauungen über die Art der Uebertragung des Typhusgiftes war hier vor allen Dingen an das Trinkwasser als an die Quelle der Infection zu denken. In der That scheinen auch auf den ersten Blick die Verhältnisse dieser Vermuthung Recht zu geben. Stellen wir die Beziehungen der verschiedenen Stadtbezirke zu der Vertheilung des städtischen Trinkwassers fest, so ergiebt sich sofort, dass die Gruppe I nur filtrirtes Spreewasser von der Hebestelle vor dem Stralauer Thor empfängt dagegen Gruppe II ausschliesslich mit Tegeler Seewasser versorgt wird. Die dritte Gruppe ist die Zone des Mischwassers, in welchem bald die eine, bald die andere Wasserart überwiegt. Diese Vertheilungsweise des Berliner Leitungswassers bleibt im Wesentlichen stets dieselbe, wie sich am deutlichsten bei den regelmässigen Untersuchungen zeigt, welche das hygienische Institut der Uni-

versität Berlin an Wasserproben aus verschiedenen Stellen des Rohrnetzes in 14tägigen Zwischenräumen zur Ausführung bringt. Der Chlorgehalt des Tegeler Seewassers weicht nämlich so bedeutend von demjenigen des von Stralau geförderten Spreewassers ab, dass danach in jedem einzelnen Falle eine sofortige sichere Diagnose über die Art und Herkunft des betreffenden, gerade vorliegenden Wassers und also eine genaue Abgrenzung der beiderseitigen Versorgungsgebiete möglich wird. So wurde auch zur Zeit dieser Typhusepidemie wie immer im ganzen Osten ein hoher, im Westen und Norden ein niedriger, im Centrum der Stadt ein mittlerer Chlorgehalt vorgefunden, woraus mit Bestimmtheit für jeden Stadtbezirk hervorging, von wo er sein Wasser erhalten hatte.

Zum Ueberfluss sind auf dem beigefügten Stadtplan noch die hauptsächlichsten Vertheilungsröhren der städtischen Wasserleitung eingetragen, an welchen man den Verbleib des von beiden Bezugsquellen gespendeten Wassers genau verfolgen kann. Wir ersehen aus der Karte, dass vom Stralauer Werke auf dem rechten Ufer der Spree zwei dicht nebeneinanderliegende Hauptstränge ausgehen und das filtrirte Spreewasser der Stadt zuführen. Während nun der sogenannte Nordstrang von seinem Ursprunge an die im Nordosten gelegenen Stadttheile speist, erfährt der ihn anfänglich begleitende Südstrang erst dann eine stärkere Anzapfung, wenn er bei der Schillingsbrücke die Spree überschritten hat und in den Berzirk Nr. VI „Luisenstadt und Neu-Kölln" eingetreten ist. Dieser ohne Zweifel vorwiegend mit Spreewasser versorgte Stadttheil ist auf dem linken Spreeufer der einzige, in welchem der Typhus den höchsten der auf der Karte unterschiedenen Grade erreicht. Die rückwärtig davon gelegenen, der südlichen Stadthälfte angehörenden Bezirke Nr. Va und Vb „Luisenstadt jenseits, westlich und östlich", empfangen, obwohl sie sie sich gegenüber dem Wasserwerk vor dem Stralauer Thor befinden, ihr Wasser zum grossen Theil von einem die Stadt im Süden umfassenden Tegeler Hauptstrang und ihre Betheiligung am Typhus war eine ungleich geringere.

Dem unbefangenen Beurtheiler muss es danach geradezu in die Augen springen, wie alle vom Typhus schwerer betroffenen Bezirke sich um das Stralauer Werk wie um einen Mittelpunkt gruppiren und wie andererseits das Einströmen von Tegeler Wasser mässigend auf die Verbreitung der Krankheit eingewirkt hat. Aus diesen Thatsachen folgt der Schluss, dass sich der Typhus abdominalis auf das Versorgungsgebiet des Stralauer Wasserwerkes beschränkt, über dieses aber auch nach seiner ganzen Ausdehnung verbreitet hat.

Mit einem etwaigen Einfluss des Grundwassers dagegen liess sich die hier bemerkte Erscheinung schlechterdings nicht in Zusammenhang bringen. Berlin liegt bekanntlich in einer muldenförmigen Thalsenke,

welche dem alten Bett der Spree entspricht. Im Norden und im Süden wird diese Vertiefung von höheren Partien in mehr oder minder steilem Anstiege eingerahmt. In Folge dessen ordnen sich auch die Grundwasserstände in mehreren etagenartig übereinanderliegenden, mit dem Stromlaufe wesentlich parallelen Zonen an; die auf der Karte mit blauer Farbe eingetragene Linie der tiefsten Grundwasserstände ist eine sprechende Illustration für diese Thatsache.

Hätte sich die Verbreitung des Typhus zum Grundwasser in irgend einer Beziehung befunden, so hätte man also wohl erwarten dürfen, dass die eben erwähnten Verschiedenheiten dabei irgendwie zum Ausdruck gekommen wären. Es würde die Vertheilung der Epidemie dann beispielsweise Differenzen im Verhalten der südlichen und nördlichen äusseren Bezirke zu den mittleren, längs der Spree, auf beiden Ufern derselben gelegenen Stadtvierteln gezeigt haben. Aber nicht nur, dass hiervon keine Rede war, es machte sich sogar das gerade Gegentheil geltend. Nicht Norden und Süden oder Centrum und Peripherie, sondern Westen und Osten standen sich schroff gegenüber, und in dem letztgenannten Gebiete waren gleichmässig alle Theile ergriffen, unabhängig davon, ob sie dem Flusslaufe näher oder entfernter lagen, hohes oder niedriges Grundwasser hatten.

Aber selbst wenn wir uns über diese Schwierigkeit hinwegsetzen und sagen wollen, dass ja hier nicht dauernde, immer bestehende Unterschiede in der Lagerung des unterirdischen Wassers, sondern zeitliche Schwankungen vor allen Dingen in Betracht kämen und das eigentlich Ausschlag gebende Moment darstellten, so ist die beobachtete Differenz zwischen dem Westen und Osten doch völlig unbegreiflich. Beide besitzen ganz die gleichen Grundwasserverhältnisse, welche in beiden Theilen den gleichen Einflüssen unterliegen und sich erfahrungsgemäss ganz in der gleichen Weise verändern — wie erklärt der Grundwasserfanatiker von der strengen Observanz wohl diesen Zwiespalt der Natur?

Das Trinkwasser dagegen musste in Folge der vorhin erwähnten Beziehungen von vornherein den Verdacht auf sich lenken, und auf Grund dieser Sachlage hob z. B. Virchow in der Sitzung der Berliner medicinischen Gesellschaft vom 19. Juni d. J., in welcher Fürbringer eingehende Mittheilungen über die besprochene Typhusepidemie gemacht hatte, hervor, „wenn man nach einer Ursache (sc. der Epidemie) sucht, wird man nicht umhin können, zu überlegen, ob das Wasser so ganz unbetheiligt gewesen ist.“

Für den gedachten Zusammenhang sprechen aber auch noch einige weitere, weniger bekannte Dinge, die wir hier kurz anführen wollen.

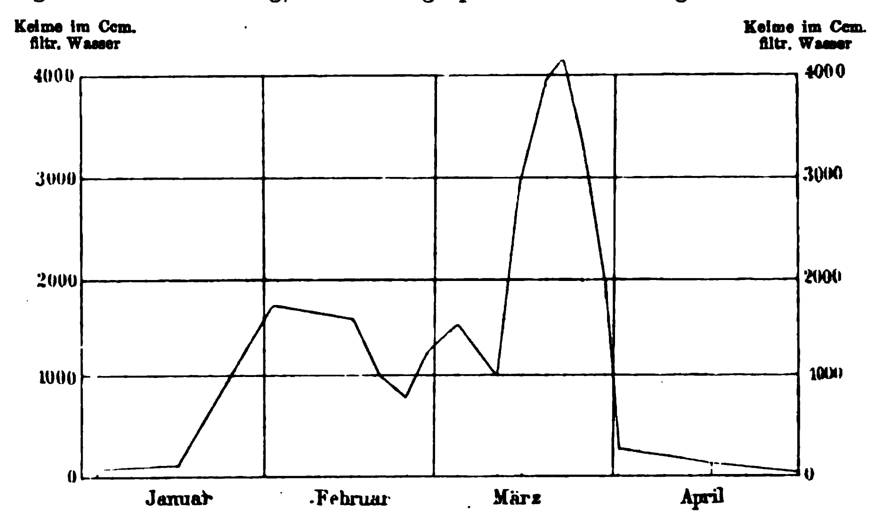
Das Wasserwerk vor dem Stralauer Thor besitzt neben acht offenen Filterbassins drei überwölbte, welche letztere gegen das Zufrieren voll-

kommen geschützt sind und unter allen Umständen während des ganzen Winters betriebsfähig bleiben. Bei den offenen Filtern ist dies leider nicht der Fall. Es bildet sich auf ihnen eine oft sehr starke Eisdecke, welche es wesentlich verhindert, die Filter, sobald sie nicht mehr ordnungsgemäss functioniren, zu reinigen. Gewöhnlich erscheint eine derartige Säuberung im Winter nach einer Betriebsdauer von etwa vier Wochen geboten; dieselbe muss aber bei den offenen Filtern aus dem eben genannten Grunde nicht selten um mehrere Monate hinausgeschoben werden, wenn nämlich die Frostperiode sehr anhaltend ist und ohne nennenswerthe Unterbrechungen verläuft. Für diese Zeit bleibt alsdann der grösste Theil der Filterfläche dem Betriebe entzogen, und die Filtration des auch im Winter sehr unreinen Spreewassers muss zuletzt mit den wenigen bedeckten Filtern allein bewirkt werden. Dabei ist natürlich nicht zu vermeiden, dass diese letzteren unter dem Zwange der Verhältnisse schliesslich ganz ausserordentlich überanstrengt werden, dass man das Wasser durch dieselben geradezu hindurchjagt und mit sehr grossen Filtrationsgeschwindigkeiten arbeitet. Nachdem dieselben beispielsweise schon im Februar d. J. eine Steigerung von 130 auf 160 ^{mm} erfahren hatten, nahmen sie im März noch weiter zu und erreichten am 12. März sogar die Höhe von 224 ^{mm} in der Stunde.

Um nicht in allzu grosse Verlegenheit zu gerathen, liess man deshalb im Februar die der Reinigung schon dringend bedürfenden offenen Filter so lange weiter arbeiten, als sie überhaupt noch Wasser zu liefern vermochten. Man fiel aber hierdurch einem neuen Uebelstande zum Opfer. Die bacteriologischen Untersuchungen des Filtrationseffectes haben ergeben, dass die qualitative Leistung eines Filters, ganz abgesehen von der quantitativen, erschlafft, wenn sich sehr grosse Massen von Bacterien an der Oberfläche des Sandes angesammelt haben und auf demselben eine dichte Schlammschicht bilden. Es werden nämlich die Widerstände, welche sich im Filter der Bewegung des Wassers entgegenstellen, hierdurch so vermehrt, dass es nun sehr hoher Drucke bedarf, um überhaupt noch Flüssigkeit durch das in seinen oberflächlichen Poren verlegte Filter hindurchzutreiben. Die auf dem letzteren lastende Wassersäule aber übt jetzt eine mehr oder minder erhebliche Pressung auf die eben erwähnte Schlammhaut aus und drängt einen Theil der in ihr enthaltenen Mikroorganismen in die Tiefe, d. h. in das aus den Filtern ablaufende Reinwasser. Dieser Zeitpunkt tritt natürlich bei der Verarbeitung schlechter Wässer viel früher ein, als bei der Verwendung von gutartigen. Für die offenen Filter des Stralauer Werkes, welche kurz vor Beginn des Wintervierteljahres (Mitte December) zuletzt gereinigt worden waren, war es schon gegen Mitte Januar an der Zeit, die Abräumung der Schlammmassen vorzunehmen,

und wenn dieselben statt dessen noch zwei Monate in diesem Zustande belassen werden mussten, so konnte dies nur unter Preisgabe aller hygienischen Grundsätze und Forderungen geschehen.

Von der stetig zunehmenden Unordnung des Filterbetriebes während des Winters 1888/1889 liefern die Ergebnisse der bacteriologischen Untersuchung, die wir in graphischer Darstellung[1] hier anführen,



ein getreues Abbild. Die Anzahl der entwickelungsfähigen Keime in 1 ^{ccm} Leitungswasser stieg von wenig über 100 im Januar oft auf das Zehnfache im Februar und dann im März noch weiter bis zu der enormen Höhe von 3000 und 4000 an. Interessant ist es, zu sehen, welcher augenblickliche Umschwung sich sofort im April nach Wiedererlangung der gesammten Filterfläche vollzog.

Auch für das Spreewasser selbst hatte die bacteriologische Untersuchung während eben dieser Zeit das Vorherrschen höchst unerfreulicher Zustände nachgewiesen. Die Zählungen ergaben von Mitte Januar bis Mitte März sehr häufig mehr als 100,000 Keime im Cubikcentimeter. Dass durch ein solches Uebermaass die Aufgabe der Filtration nicht eben erleichtert wird, bedarf wohl keiner besonderen Ausführung.

Haben nun die bacteriologischen Befunde bisher zwar keinen unmittelbaren Anhalt für die Möglichkeit einer Verbreitung des Typhus durch das städtische Leitungswasser gegeben, so geht aus ihnen doch mit Bestimmtheit hervor, dass die ungewöhnliche Zunahme dieser Krankheit im

[1] Einen Theil der für diese Curve benutzten Zahlen verdanken wir der Liebenswürdigkeit des Hrn. B. Proskauer.

Versorgungsgebiete des Stralauer Wasserwerkes in eine Zeit fiel, in der erstens das Spreewasser an sich ausserordentlich stark verunreinigt war, und zweitens das daraus hergestellte Leitungswasser nur sehr mangelhaft filtrirt genannt werden konnte.

Dieses auffällige Zusammentreffen steigerte den Argwohn gegen das Trinkwasser in hohem Grade, und schon gegen Mitte Mai ertheilte uns Herr Geheimrath Koch daher den Auftrag, durch bestimmte Versuche zu ermitteln, ob sich die Frage nicht experimentell einer Entscheidung näher führen lasse.

Da zu der Zeit, wo die hiermit gestellte Aufgabe an uns herantrat, der Typhus selbst bereits längst wieder seinen gewöhnlichen Stand erreicht hatte, so konnte eine directe Untersuchung des Wassers auf das etwaige Vorkommen von Typhuskeimen keinen Erfolg versprechen, ganz abgesehen von den in der Natur der Sache liegenden Schwierigkeiten, mit welchen ein derartiges Beginnen stets zu kämpfen hat, und die wir hier wohl nicht weiter zu erörtern brauchen. Die Dinge verhalten sich ja in der Regel so wie auch in diesem Falle. Durch den Ausbruch einer Epidemie wird die Aufmerksamkeit der Forschung auf das Wasser hingelenkt; aber zwischen Ursache und Wirkung liegt meist eine so erhebliche Zeit, dass wenn die letztere in Erscheinung tritt, die erstere schon als solche nicht mehr nachweisbar ist.

Wir mussten uns deshalb darauf beschränken, zu prüfen, ob das von den Wasserwerken gelieferte Trinkwasser, d. h. also das auf dem Wege der Sandfiltration gesäuberte und dann in geschlossenen Röhren zu den einzelnen Entnahmestellen geführte Spreewasser überhaupt unter Umständen noch infectionsfähig erscheinen könne, mit anderen Worten, ob das bei uns gehandhabte Verfahren der Reinigung des Wassers nicht genügende Sicherheit gegen eine Verschleppung etwaiger Ansteckungsstoffe aus dem verdächtigen Flusswasser in das filtrirte Leitungswasser biete.

Von einer derartigen Untersuchung der Wirksamkeit der Sandfilter liessen sich brauchbare Ergebnisse nur dann erwarten, wenn dieselbe unter möglichst genauer Anlehnung an die natürlichen Verhältnisse erfolgte. Die Erlaubniss hierzu musste bei der Direction der städtischen Wasserwerke eingeholt werden, welche dieselbe in der liebenswürdigsten Weise ertheilte und sich sogar bereit erklärte, etwaige aus den geplanten Versuchen entstehende Kosten auf ihren Etat zu übernehmen. Es ist dieses Entgegenkommen gerade in dem vorliegenden Falle gewiss mit um so lebhafterem Danke zu begrüssen, als sich von vornherein ja nicht übersehen liess, nach welcher Richtung und in welchem Sinne die beabsichtigten Ermittelungen ausfallen würden.

Werden die Leistungen der Sandfilter in vorsichtiger, sachgemässer Weise geregelt und beaufsichtigt, so sind dieselben nach der Anschauung der neueren Untersucher hygienisch vollkommene Werkzeuge, die ihre Schuldigkeit in hervorragendem Maasse thun, d. h. alle im ungereinigten Wasser enthaltenen Mikroorganismen mit Sicherheit zurückhalten und dadurch unschädlich machen.

Nicht als ob das vom Filter gelieferte und zu den Leitungsröhren geführte Wasser nun in der That völlig keimfrei, steril wäre. Eine geringe, innerhalb verhältnissmässig enger Grenzen wechselnde Zahl von Bacterien ist vielmehr immer in demselben enthalten. Aber man machte die Beobachtung, dass die Menge dieser Keime von der Anzahl der im unfiltrirten Wasser befindlichen unabhängig war, den hier vorkommenden Schwankungen keine Folge leistete und schloss aus dieser Thatsache mit Recht, dass die im filtrirten Wasser auftauchenden Bacterien nicht etwa ein bestimmter, durch das Filter getretener Bruchtheil der im ungereinigten Wasser vorhandenen seien, sondern dass sie nur unvermeidlichen, dem nicht sterilisirten Filterkörper, dem Sande, den Filterwandungen, den Leitungsröhren u. s. w. entstammende Beimengungen darstellten, die nur selten einen etwas erheblicheren Umfang annähmen.

Das Sandfilter an und für sich giebt ein keimfreies, hygienisch nicht weiter zu beanstandendes Filtrat — dieser Satz gilt allen Autoren, die sich in letzter Zeit mit dem Gegenstande beschäftigt haben und ihr Urtheil über denselben abgeben, als eine unumstössliche Thatsache.[1]

Stand diese Ansicht in Wahrheit auf so festen Füssen, so waren besondere Experimente zur Beantwortung der Eingangs aufgeworfenen Frage nach einem etwaigen Zusammenhang zwischen Berliner Wasserversorgung und Typhusverbreitung unnöthig.

Aber bei näherer Ueberlegung musste es doch immerhin auffallend erscheinen, dass die Schlüsse über die Qualität der Filterleistungen nicht auf dem Wege directer Versuche gewonnen, sondern theoretisch aufgebaut oder doch nur mittelbar aus der Betrachtung anderweitiger Thatsachen deducirt waren und deshalb den mannigfachen Fehlerquellen unterliegen

---

[1] Plagge und Proskauer, *Diese Zeitschrift.* 1887. Bd. II. S. 481 u. 486. — C. Piefke, *Die Principien der Reinwassergewinnung vermittelst Filtration.* 1887. S. 16. — Hueppe, Ueber die Beurtheilung centraler Wasserversorgungsanlagen vom hygienischen und bacteriologischen Standpunkte. Schilling's *Journal.* 1887. S. 8. (S.-Abdr.). — Bertschinger, Untersuchungen über die Wirkung der Sandfilter der städtischen Wasserwerke in Zürich. *Vierteljahrschrift der naturforschenden Gesellschaft in Zürich.* 1889. Hft. 2. (S.-Abdr. S. 52. 53. 55). — Tiemann-Gärtner. *Die chemische und bacteriologische Untersuchung des Wassers.* 1889. S. 472.

konnten, welche für alle so gewonnenen Folgerungen von Bedeutung sind. Noch hatte man es niemals unternommen, das Verhalten der Sandfilter gegenüber bestimmten, uns genau bekannten Mikroorganismen näher zu erforschen und namentlich das Schicksal der für diese ganze Angelegenheit wichtigsten pathogenen Bacterien, der Typhusbacillen und der Cholerabacterien im Verlauf des Filtrationsvorganges Schritt für Schritt zu verfolgen.

Diese Lücke in geeigneter Weise auszufüllen, war uns aufgegeben worden, und wir haben bereits darauf hingewiesen, dass nur bei möglichst genauer Nachahmung oder sogar bei Benutzung der natürlichen Verhältnisse zuverlässige und einwandsfreie Ergebnisse erwartet werden konnten. Die einen Augenblick erwogene Absicht, an den grossen Sandfiltern selbst mit den genannten pathogenen Mikroorganismen zu operiren, mussten wir freilich alsbald wieder fallen lassen. Schon die Schwierigkeit, ein für so ausgedehnte Experimente genügendes Bacterienmaterial zu beschaffen, erschien nicht unerheblich; die Versuche selbst wären ferner, dem Umfange des Objects entsprechend, sehr complicirt und schwerfällig geworden, namentlich aber würde die Beseitigung und sichere Unschädlichmachung der inficirten Wassermassen einen so erheblichen Aufwand von Desinfectionsmitteln und Arbeitskräften erfordert haben, dass hiervon ernstlich nicht die Rede sein konnte. Schliesslich wäre auch im besten Falle die Verantwortung, die wir auf unsere Schultern hätten nehmen müssen, eine ganz ungeheure gewesen; einige wenige verirrte, durch einen bösen Zufall der Vernichtung entronnene Cholera- oder Typhuskeime in der Berliner Wasserleitung ihrer verderblichen Bestimmung zueilend — diese Perspective genügte durchaus, um uns von vornherein von derartigen gewagten Schritten abzuhalten.

So blieb also nur die Möglichkeit übrig, ein in bescheideneren Maassen ausgeführtes Versuchsfilter, das sich nach allen Richtungen hin durchaus beherrschen liess, genau nach dem Muster der grossen Sandfilter herzustellen und in Betrieb zu setzen.

Zu diesem Zwecke wurden zwei hölzerne Bottiche — deren einen uns Taf. II zeigt, — von $2 \cdot 1^{m}$ Höhe und $0 \cdot 75^{m}$ mittlerem Durchmesser, über deren Boden ein siebartig durchlochter Sammelcanal lief, mit der für die grossen Filter üblichen Füllung versehen, d. h. mit 100^{mm} haselnussgrossen Steinen, 80^{mm} grobem Kies, 100^{mm} feinem Kies, 600^{mm} scharfem Sand beschickt. Die Oberfläche des Filterkörpers befand sich danach etwa $1 \cdot 2^{m}$ unter dem Rande des Fasses, das hier mit einem Ueberlauf versehen war.

Die Art und Weise, in welcher dieses Filtermodell nun in Betrieb gesetzt und gehalten wurde, war eine etwas eigenthümliche und muss

unter Hinweis auf die beigefügte Abbildung mit einigen Worten näher erläutert werden. Besonderen Werth legten wir natürlich darauf, den Filtern eine möglichst gleichmässige Thätigkeit während ihrer Arbeitszeit zu sichern und sie namentlich vor dem Einfluss rascher Druckschwankungen zu bewahren, da die Erfahrung gelehrt hat, dass gerade derartige plötzliche Aenderungen in der Belastung die qualitative Leistung des Filters in sehr bedenklicher Weise gefährden.

Es war deshalb vor allen Dingen nöthig, die Menge des von den Filtern geförderten Wassers für die ganze Dauer einer Periode genau festzusetzen. Aber diese Vorsichtsmaassregel allein vermochte doch nur gröberen Störungen des Betriebes, welche bei einem unvermittelten Wechsel der Anforderungen an die Ergiebigkeit der Filter ganz unausbleiblich sind, vorzubeugen. Denn wenn man die Abflussöffnung des Filters, wie bei den grossen Anlagen, am Boden desselben anbringt, so liesse sich eine Regulirung, d. h. die Aufrechterhaltung einer gleichen Filtrationsgeschwindigkeit gegenüber dem Anwachsen der Widerstände im Filter nur durch eine häufige Veränderung in der Stellung des Abflussschiebers oder Hahnes erreichen. Ganz abgesehen davon, dass sich eine dauernde, genaue Controle des letzteren in Wirklichkeit keineswegs so einfach gestaltet, wie man vielleicht anzunehmen geneigt ist, versetzt aber auch jede derartige willkürliche, ruckweise erfolgende Manipulation dem Filter einen Stoss, der seinen Ausdruck in einer entsprechenden Druckschwankung mit ihren Folgen findet.

Wir haben unsere Filter deshalb so eingerichtet, dass sie sich selbst regulirten. Es wurde dies dadurch ermöglicht, dass die Ausflussstelle für das filtrirte Wasser mit Hülfe eines starken Guttaperchaschlauches von vornherein bis einige Centimeter über das Niveau der Sandoberfläche gehoben wurde. Wird nun aus dem Zuflussgefäss dem Filter eine bestimmte, gleichbleibende Menge ungereinigten Wassers zugeführt, so muss dieses sich seinen Weg durch das Filter suchen, bis es dasselbe durch die eben erwähnte Abflussöffnung verlassen kann. Im Anfang hat das keine Schwierigkeiten; das Wasser versickert rasch im Filter und die auf dem letzteren stehende Schicht hat nur eine Höhe von wenigen Centimetern; allmählich wachsen jedoch die Widerstände im Filter und erschweren den Wassertheilchen die Fortbewegung. Da das Filter sich der ihm rücksichtslos weiter zuströmenden, stetig gleichen Wassermenge aber um jeden Preis entledigen muss, so lässt es den Druck mehr und mehr ansteigen und benutzt diesen als Hülfsmittel, um das Wasser fortzupressen. Die Wassersäule auf dem Filter hebt sich, wie man an einem aussen angebrachten Standrohr abzulesen vermag: aber dies geschieht langsam, ohne plötzliche Sprünge, bis schliess-

lich der Ueberlauf in der Fasswand erreicht und die betreffende Periode damit beendet wird.

Man hat bei dieser Einrichtung also nur nöthig, den Zufluss je nach der Filtrationsgeschwindigkeit, die man im gegebenen Falle wünscht, einzustellen, so dass er in der Zeiteinheit eine bestimmte Menge von Wasser liefert. Alles Weitere erfolgt dann von selbst, ohne dass wir eine Hand zu rühren brauchen. Man erreicht auf diese Weise den gleichmässigsten Gang des Filters, und wenn im Grossen nicht ähnlich oder gerade so verfahren wird, so hat das in gewissen anderen Rücksichten, aber nicht in etwaigen Mängeln der Maassregel als solcher seinen Grund.

Die Versuchsfilter unterschieden sich in ihrem Aufbau und ihrem Betriebe von den grossen Sandfiltern also nur durch Vorkehrungen, welche eine grössere Sicherheit und Ruhe der Thätigkeit gewährleisten sollten und durch einen erheblich geringeren Umfang, sowie etwas andere äussere Form. Die letztere versetzte sie den ausgedehnteren Anlagen gegenüber noch insofern in einen gewissen Vortheil, als hier eine leichte Verjüngung des Filterkörpers nach unten stattfand, welche ein Abklaffen des Sandes von den Wandungen, also eine unmittelbare Gefährdung des Filters, mit vollständiger Zuverlässigkeit ausschloss, und die von Hause aus besonders empfindlichen Randtheile des Filters nach Möglichkeit sicher stellte.

Nachdem alle Vorbereitungen beendet, konnten die Versuche selbst ihren Anfang nehmen. Es erschien uns aus naheliegenden Gründen rathsam, nicht sofort mit den erwähnten pathogenen Arten vorzugehen und das Verhalten derselben während des Filtrationsprocesses zu studiren, sondern wenigstens für die ersten orientirenden Experimente einen leichter zu handhabenden und vor allen Dingen ungefährlichen Mikroorganismus zu verwenden. Wir wählten zu diesem Zwecke den bacillus violaceus, einmal, weil man von demselben nach seinem Charakter als Wasserbacterium wohl voraussetzen durfte, dass er sich den Verhältnissen im Filter ohne Schwierigkeiten anpassen werde, und dann, weil er durch seine bekannten augenfälligen Eigenschaften die Ausführung der einzelnen Beobachtungen besonders leicht zu machen versprach. Sein natürliches Auftreten im Wasser ist auf der anderen Seite doch ein immerhin so seltenes Vorkommniss, dass man nicht zu befürchten hatte, hierdurch zu Fehlschlüssen geführt zu werden.

Der Bacillus wurde in einer stark verdünnten Fleischbrühe — 1 Theil gewöhnliche Nährbouillon auf 20 Theile sterilisirten Wassers — gezüchtet, um so dem Einwande die Spitze abzubrechen, dass es sich bei einem etwaigen Durchdringen der Bacterien durch das Filter von vornherein nicht um einen mechanischen, durch den Filtrationsprocess selbst

bedingten Vorgang, sondern um ein langsames Durchwachsen der Mikroorganismen gehandelt habe, die in dem mit künstlichen Nährstoffen getränkten Filterkörper die Bedingungen für ihre Entwickelung gefunden hätten. Hier war die Fleischextractlösung von Anfang an so wenig concentrirt, dass die gewaltige Verdünnung mit dem Filterwasser genügte, um ihr die Eigenschaften eines Nährmittels so gut wie vollständig zu nehmen.

Von dieser Flüssigkeit, die einen leicht bläulichen Farbton hatte, wurden dem unfiltrirten Wasser (im Fasse *U*) in regelmässigen Zwischenräumen, meist alle 6 Stunden, kleine Mengen, etwa 100 ^{ccm}, zugesetzt, der Inhalt des Schmutzwasserreservoirs umgerührt, um eine gleichmässige Mischung zu erzielen und dann täglich sowohl von diesem unfiltrirten, als von dem filtrirten, unten aus beiden Filtern ablaufenden Wasser Proben für die bacteriologische Untersuchung entnommen.

Die letztere geschah sowohl im hygienischen Institute, als auch unmittelbar auf den Wasserwerken in dem dort befindlichen Laboratorium[1] und kam in der gewöhnlichen Weise zur Ausführung. Vom unfiltrirten Wasser wurden in der Regel Platten mit 1, $^1/_2$, $^1/_{10}$ und $^1/_{20}$ ^{ccm}, von dem filtrirten solche mit 2, 1 und $^1/_2$ ^{ccm} angefertigt. Die gegenseitige Controle der beiden unabhängig von einander vorgenommenen Beobachtungsreihen ist für die Sicherheit der erhaltenen Ergebnisse gewiss von nicht unerheblichem Werthe.

Wenn die Resultate häufig nur annähernd mit einander übereinstimmen, so hat das vor allen Dingen wohl seinen Grund in der Thatsache, dass die Entnahme der Proben für beide Untersuchungsstellen gewöhnlich nicht zur gleichen Zeit, für die Wasserwerke meist Vormittags, für das hygienische Institut Nachmittags erfolgte. Dass man bei einem derartigen Unterschiede nicht immer mit Wasser von genau der gleichen Zusammensetzung zu rechnen hat, ist unzweifelhaft. Im hygienischen Institut erlaubten es ausserdem die Verhältnisse, die Platten viel länger bei mässiger Temperatur aufzubewahren, das Zerstörungswerk der stark verflüssigenden Colonieen dadurch einzuschränken und den langsamer wachsenden Arten, wie eben dem Violaceus, den Cholera- und Typhusbacterien, die Möglichkeit zu geben, sich in deutlicher Weise zu entwickeln. Deshalb sind die hier für die genannten Mikroorganismen gefundenen Werthe meist etwas höher wie die auf den Wasserwerken ermittelten. Die Platten aus dem unfiltrirten Wasser wurden dagegen

[1] Bei der Ausführung dieser Untersuchungen wurden wir in der liebenswürdigsten Weise durch Herrn Burau unterstützt, dem wir für seine bereitwillige Hülfe hiermit den besten Dank aussprechen.

gerade an dem letzteren Orte vielleicht mit grösserer Sorgfalt und Aufmerksamkeit geprüft und in Folge dessen manchmal Zahlen erhalten, welche wieder die anderen übertreffen.

Trotz alledem sind die Abweichungen aber im Ganzen nur geringfügiger Natur; das Gesammtergebniss wird durch dieselben in keiner Weise beeinflusst, und in allen wesentlichen Punkten zeigt sich sogar eine erfreuliche Uebereinstimmung.

Am 1. Juni 1889 nahm die erste Serie von Versuchen ihren Anfang. Als unfiltrirtes Wasser, das den künstlichen Bacterienzusatz erhielt, wurde gewöhnliches Leitungswasser verwendet. Die Filter wurden mit solchem auch von unten her gefüllt und dann die Periode eröffnet, während welcher das eine der beiden Filter mit einer Geschwindigkeit von 100^{mm}, das andere mit einer solchen von 300^{mm} in der Stunde arbeiten sollte. Die Schnelligkeit der Wasserbewegung im Filter von 100^{mm} entsprach dem bei unserem Betriebe gebräuchlichen Durchschnittswerthe, während das Maass von 300^{mm} insofern nicht ganz willkürlich gewählt war, als derartige Beschleunigungen des Filtrationsvorganges unter natürlichen Verhältnissen in maximo immerhin vorkommen oder wenigstens nahezu erreicht werden, und es deshalb von Interesse war, den Einfluss derselben näher festzustellen.

Der grosse Unterschied, welcher durch diese Differenz für die Thätigkeit der beiden Filter bedingt war, zeigte sich alsbald darin, dass Filter *A* (300^{mm}) sich nach einer Dienstzeit von 30 Tagen nahezu todt gearbeitet hatte, während *B* nur eine ganz geringfügige Steigerung des vorhandenen Druckes erkennen liess, voraussichtlich noch Wochen hindurch hätte benutzt werden können und nur der Gleichmässigkeit der Versuche halber gemeinschaftlich mit *A* unterbrochen wurde. Es wurde die oberflächliche Haut, die sich auf den Filtern gebildet hatte, entfernt und zu diesem Zwecke etwa 2^{cm} von der obersten Schicht abgetragen.

Die weiteren Ergebnisse dieses ersten Experiments sind in Tabelle I (a und b) enthalten und bedürfen wohl nur weniger Worte zu ihrer Erläuterung. Es zeigte sich, dass während der ganzen Dauer der Filtrationsperiode fortgesetzt Bacterien das Filter passiren, wie aus dem Auftreten der blauen Colonieen auf den Platten des filtrirten Wassers unwiderleglich hervorging.

Die Menge dieser Keime war eine schwankende und abhängig einmal von der Geschwindigkeit, mit welcher das Filter lief: das schnellere (300^{mm}) gab bei jeder Untersuchung höhere Zahlen und im Ganzen fast dreimal so viel Colonieen der blauen Bacillen, als das langsamere (100^{mm}), wenn wir von dem Ausfall der Beobachtungen am ersten Tage, wo die Filter überhaupt noch nicht leistungsfähig waren, absehen.

Von unverkennbarem Einfluss war ferner die wechselnde Dichtigkeit der Bacterienanhäufung im unfiltrirten Wasser: auf eine erhebliche Steigerung der blauen Keime in demselben antwortete das filtrirte Wasser sofort mit einer deutlichen Vermehrung der blauen Colonieen, während auf ein Absinken dieser Bacterien in dem ersteren auch ein Rückgang der Zahlen in dem letzteren folgte.

Endlich machte sich der Abschnitt der Filtrationsperiode, in welchen die einzelne Beobachtung fiel, sehr deutlich an dem Ausfall derselben bemerklich. Besonders zeigten sich der Anfang und das Ende der Periode als bedenkliche Zeiten. Es rührte dies daher, dass im Beginn der Untersuchungen von einer zurückhaltenden Kraft des Filters kaum die Rede ist: dasselbe ist zunächst nichts anderes als ein lockeres Sieb, das gar nicht den Namen eines Filters verdient, und erst allmählich ändert sich dieser Zustand, um besseren Verhältnissen Platz zu machen. Im Filter *A* wuchs dann, wie wir gesehen haben, bei gleichmässiger Thätigkeit schliesslich der Filtrationsdruck bis zu beträchtlicher Höhe an, und die Pressung, welche die oberflächlichsten, bacterienreichsten Lagen des Filters hierdurch erfuhren, fand wohl in den etwas vermehrten Zahlen der nun von diesem Filter gelieferten Keime ihren Ausdruck, während Filter *B*, welches keine namhafte Drucksteigerung erkennen liess, in der selben Zeit auch unveränderte Resultate gab, im Ganzen sogar gegen das Ende hin etwas besser functionirte.

Die Thatsachen, welche durch diesen ersten Versuch ermittelt waren, standen zum Theil zweifellos in völligem Widerspruch mit unseren bisherigen Anschauungen und Kenntnissen und legten die Vermuthung nahe, dass bei der Ausführung der Experimente die natürlichen Bedingungen doch nicht in genügendem Maasse und in geeigneter Weise nachgeahmt worden seien. Allerdings war auch in mehreren Punkten von den für die letzteren giltigen Regeln abgewichen worden, insofern namentlich, als hier im Gegensatz zu den dort benutzten, altgedienten und gerade deshalb besonders brauchbaren Filtern neue, ihrer Aufgabe noch nicht gewachsene, in den oberen Schichten noch nicht verschleimte Anlagen mit besonders sorgfältig gewaschenem Sande benutzt worden waren. Ferner hatte man nicht Spreewasser, sondern das an suspendirten Stoffen viel ärmere und deshalb zur Erzeugung der Deckhaut ungeeignetere Leitungswasser in Verwendung genommen, um den Bacillus violaceus von vornherein gegen die etwaige erdrückende Concurrenz der anderen Wasserbacterien zu schützen. Das Leitungswasser enthielt ausserdem stets reichliche Mengen von Luft, die es bei dem Durchgang durch die Pumpen und den Windkessel unter höherem Druck in sich aufgenommen hatte und nun in Berührung mit der grossen Oberfläche der Sandkörner zum Theil wieder abgab. Diese

Luft sammelte sich im Filterkörper an, um dann von Zeit zu Zeit in grossen Blasen nach oben einen Ausweg zu suchen und den Zusammenhang der filtrirenden Schlammhaut immer auf's neue zu schädigen. Der Nachtheil, in welchem sich unsere Versuchsfilter in Folge dieser Thatsachen den grossen Wasserfiltern gegenüber befanden, spiegelte sich deutlich genug in den andauernd ziemlich hohen Gesammtzahlen wieder, die auch der mit 100 mm arbeitende Apparat lieferte, Zahlen, welche die sonst bei dieser Filtrationsgeschwindigkeit vorkommenden Werthe nicht unerheblich übertrafen.

Wir versuchten diesen Mängeln dadurch abzuhelfen, dass wir einmal das Filtermaterial wechselten und an Stelle des frischen Sandes alten, verschleimten setzten, der in einem der grossen Bassins schon länger als ein Jahr gelegen hatte. Derselbe wurde durch ein terrassenförmig abgestuftes Loch aus verschiedenen Tiefen entnommen, zuerst von unten, zuletzt von oben und in derselben Folge in die Bottiche übertragen. Ferner wurden die Filter von jetzt an mit unfiltrirtem Spreewasser versorgt, ihnen damit also ganz die Verhältnisse zur Verfügung gestellt, unter denen wir auch im Grossen arbeiten. Vor Eröffnung der Versuche wurde das Wasser endlich mehr als 24 Stunden lang auf dem Filter magazinirt und dadurch zum Absitzen gebracht.

Filter *A* blieb bei der Geschwindigkeit von 300 mm, während *B* jetzt mit nur 50 mm lief.

Die Ergebnisse waren trotz dieser theilweise erheblich veränderten Bedingungen im Wesentlichen dieselben wie beim ersten Versuch (Tabelle II a und b). Die Filtrationsperioden allerdings zeigten gegenüber den vorher erhaltenen Resultaten eine bedeutende Abkürzung, die natürlich auf Rechnung des benutzten Spreewassers kam; die sich aus diesem ablagernden Schmutztheile bildeten rasch eine mächtige Decke auf dem Filter und steigerten die Widerstände in demselben so, dass Filter *A*, welches im ersten Versuch 30 Tage mit der gleichen Geschwindigkeit gearbeitet hatte, jetzt schon nach etwa sieben Tagen dienstunbrauchbar war, Filter *B* nach 30 Tagen einen Druck von 1000 mm aufwies, während dort 100 mm Geschwindigkeit in der nämlichen Zeit nur 50 mm Druck erzeugt hatten. Vielleicht trug auch die wärmere Jahreszeit und die damit lebhaftere Vegetation niederster pflanzlicher Organismen auf der Sandoberfläche zu dieser schleunigen Verlegung des Filters das ihrige mit bei. Nach Analogie mit den an den grossen Bassins gemachten Erfahrungen durfte man dies wohl erwarten, wenn auch eine so üppige Algenwucherung, wie wir sie dort bei den offenen Anlagen in den Sommermonaten zu sehen gewöhnt sind, hier, wo die Bottiche stets durch feste Deckel gegen unmittelbare Besonnung geschützt waren, sich schwerlich entwickeln konnte.

Ungeachtet dieser günstigen Verhältnisse war der Filtrationserfolg als solcher doch, wie gesagt, keineswegs ein vollständig befriedigender. Die bedenkliche Anfangszeit der einzelnen Perioden konnte zunächst freilich nicht so deutlich hervortreten, da die Sedimentirung des Spreewassers auf den Filtern dieselben in den Stand gesetzt hatte, von vornherein eine annähernd vollkommene Wirksamkeit zu entfalten. So oft aber bei *A* eine Unterbrechung und Wiederaufnahme der Periode ohne diese Vorsichtsmassregel erfolgte, erschienen auch sogleich wieder grosse Mengen blauer Colonieen auf den Platten als Beweis für die unveränderte Unzulänglichkeit der ganzen Vorrichtung. Noch wichtiger war die Thatsache, dass auch auf der Höhe der Periode andauernd Keime das Filter passirten und zwar sowohl in *A* als auch in Filter *B*, welches mit einer so geringfügigen Geschwindigkeit arbeitete, wie sie in Wirklichkeit, im grossen Betriebe nur sehr selten erreicht und innegehalten werden kann.

Die bevorzugte Stellung allerdings, in welcher sich der langsamer functionirende Apparat seinem Genossen gegenüber hinsichtlich der Einwirkung auf die Mikroorganismen befand, trat trotzdem sehr deutlich hervor. Richten wir, wie wir dies auch beim ersten Versuche gethan, unser Augenmerk auf die Anzahl der in das filtrirte Wasser übergehenden blauen Bacillen, so zeigt sich, dass die Leistungen der Filter hier wiederum etwa im Verhältniss ihrer Geschwindigkeiten stehen, d. h. dass Filter *A* (300^{mm}) fast sechsmal so viel Colonieen liefert als Filter *B* (50^{mm}).

Eine unmittelbare Abhängigkeit der Bacterienmenge des Filtrats von der des ungereinigten Wassers war hier nicht zu erkennen, weil die sehr erheblichen Massen von blauen Keimen in letzterem überhaupt keinen bemerkbaren Schwankungen unterlagen, und sich solche also auch nicht durch das Filter hin fortpflanzen konnten.

Dagegen war bei Filter *B* der Einfluss des gegen Ende der Periode rasch ansteigenden Drucks, die Pressung der oberflächlichen Sandschichten während der letzten 5 Tage der Betriebszeit deutlich genug. Wenigstens ist es wohl das Natürlichste, die Erhöhung der Bacterienzahl — der blauen Colonieen — auf Rechnung dieses Factors zu setzen und zu ihrer Erklärung nicht noch ein anderes Moment heranzuziehen, das freilich nicht völlig auszuschliessen ist und wegen seiner hervorragenden Wichtigkeit hier jedenfalls erwähnt werden muss.

Es ist eine bekannte Thatsache, dass bei kleineren Filtern, gleichgültig welcher Art und Einrichtung, schliesslich stets ein Durchwachsen der Mikroorganismen durch die Filtersubstanz Statt hat. Die Bacterien, die im Filter abgefangen werden, finden an den gleichfalls hier zurückgehaltenen suspendirten oder gelösten Stoffen anorganischer und organischer

Herkunft genügendes Nährmaterial, es kommt in der Filtermasse zu einer Vermehrung der Keime, die allmählich immer weiter vordringen und endlich die ganze Wandung durchsetzen. Gewöhnlich ist es zuerst eine einzelne Art in Reincultur, die hier erscheint, die also entweder besonders günstige Entwickelungsbedingungen im Filter gefunden und die übrigen concurrirenden Bacterien in Folge dessen zurückgedrängt hat, oder die vermöge ihrer Beweglichkeit oder ihrer Kleinheit u. s. w. den übrigen Insassen des Filterkörpers vorauseilen konnte. Nach Analogie mit diesen Erfahrungen und Beobachtungen wäre die gleiche Erscheinung bei den Sandfiltern keineswegs etwas so Auffallendes; man muss im Gegentheil fast erwarten, dass es hier im Laufe der Zeit zu ähnlichen Vorgängen kommt, und so wollen wir auch die Möglichkeit nicht von der Hand weisen, dass an der Vermehrung der Keime gegen das Ende der Periode hin neben rein mechanischen Ursachen auch ein derartiges biologisches Moment betheiligt gewesen sei.

Im übrigen wird man dem Filtrationserfolge, sobald man sich einmal von der überlieferten Vorstellung frei gemacht hat, dass derselbe ein durchaus steriles Wasser liefern solle, die Anerkennung nicht versagen können. Vergleicht man die Zahl der blauen Keime im ungereinigten Wasser mit der im filtrirten, so ergiebt sich ein immerhin günstiges Resultat. Man wird nicht fehl gehen, wenn man nach einer Schätzung, die allerdings bei dem Fehlen genauer Werthe für die blauen Keime im ungereinigten Wasser nur eine annähernde sein kann, annimmt, dass die Filter die Mikroorganismen mindestens um das Tausendfache und mehr reducirt haben, d. h. von je 1000 Bacterien höchstens einem den Durchgang gestatteten.

Zweifellos war ferner, dass das langsame Filter wirksamer war als das schnelle; man kann sogar geradezu den Satz aufstellen, dass die qualitative Leistung eines Filters der quantitativen umgekehrt proportional sei.

Fassen wir die bisherigen Ergebnisse noch einmal kurz zusammen, so haben dieselben also gezeigt, dass die Sandfilter kein keimfreies Wasser erzeugen, dass namentlich der Anfang einer jeden Periode, der das Filter noch in undichtem Zustande antrifft, und das Ende, welches unter der Pressung der oberflächlichen Sandschichten, vielleicht auch dem Durchwachsen der Bacterien durch den Filterkörper zu leiden hat, gefährliche Zeiten sind; dass die Menge der im Filtrat auftretenden Mikroorganismen unmittelbar abhängig ist einmal von der Menge der im unfiltrirten Wasser vorhandenen Keime und zweitens von der Geschwindigkeit, mit der die Filtration von Statten geht.

Konnten die hiermit berichteten Vorversuche wohl manchen werthvollen Fingerzeig für das Verhalten der pathogenen Mikroorganismen, der Typhus- und Cholerabacterien, unter den gleichen Bedingungen liefern, so wäre es doch ein sehr voreiliger Schluss gewesen, diese Resultate sofort ohne Einschränkung auch auf diese verallgemeinern zu wollen. Wir wissen aus einer grossen Zahl einschlägiger Arbeiten, dass die eben genannten Bacterienarten in nicht sterilisirtem Wasser, namentlich bei niedriger Temperatur häufig rasch zu Grunde gehen, und es war von vornherein keineswegs unwahrscheinlich, dass wir unter den hier in Frage kommenden Verhältnissen derselben Thatsache wieder begegnen würden.

Endgültige Aufklärung war nur von bestimmten Experimenten zu erwarten, wie sie ja von Anfang an in unser Programm aufgenommen waren und deshalb auch jetzt sogleich zur Ausführung gebracht wurden. Hier erforderten nur zwei Punkte noch besondere Berücksichtigung. Einmal musste ein Verfahren in Kraft treten, welches eine völlig sichere und in jedem Augenblick wirksame Desinfection des aus den Filtern ablaufenden Wassers gewährleistete, damit wir nicht in Gefahr geriethen, mit dem Abfluss Typhus- und Cholerakeime der Spree zu überantworten. Als geeignetstes Mittel für diesen Zweck erschien uns der Kalk, dessen sehr erhebliche keimtödtende Eigenschaften gerade neuerdings von den verschiedensten Seiten in übereinstimmender Weise hervorgehoben worden sind. Das von den Filtern gelieferte Wasser wurde deshalb in einer grossen, mit fest gemauerten Wandungen versehenen Grube aufgefangen, in der es sich eine Reihe von Stunden aufhalten musste, und hier mit einer aus frisch gelöschtem Kalk hergestellten Kalkmilch vermischt. Der Zusatz derselben erfolgte stündlich, Tag und Nacht, und in so reichlichem Maasse, dass nach annähernder Berechnung der Inhalt des Beckens dauernd einer etwa $^1/_2$ procentigen Kalklösung entsprach. Freilich wurden auf diese Weise im ganzen Verlauf der Versuche ungefähr 200 Centner (10000 ^{kgrm}) Kalk verbraucht, aber der Erfolg liess in der That nichts zu wünschen übrig — die täglich vorgenommene bacteriologische Prüfung des Filtrats nach Berührung mit dem Kalk zeigte regelmässig das völlige Fehlen von Keimen irgend welcher Art, so dass wir von dieser Seite nichts zu befürchten hatten und unsere Versuche ruhig dem Ende zuführen konnten.

Bedenklich schien im Anfang noch eine andere Klippe für die beabsichtigten Experimente, welche in der Sache selbst lag und begründet war in der Schwierigkeit des sicheren Erkennens der Cholera- und namentlich der Typhuscolonieen unter einer grösseren Anzahl anderer Mikroorganismen. Doch erwies sich dieses Hinderniss schliesslich keineswegs als ein so grosses, wie wir vermuthet hatten. Das charakteristische

Aussehen der Choleracolonieen trat auf den Wasserplatten stets so deutlich zu Tage, dass man sie bemerken musste, und auch die Typhuscolonieen zeigten, sobald sie einmal die Oberfläche der Gelatine erreicht hatten, ein unverkennbares Bild, das bei einiger Uebung sofort die richtige Diagnose ermöglichte und uns bald der Mühe enthob, dieselbe in jedem einzelnen Fall auf dem umständlichen Wege der Kartoffelcultur sicher zu stellen. Nur von Zeit zu Zeit kam dann dieses Verfahren — zu unserer eigenen Controle — noch zur Ausführung, ebenso wie wir die als Cholerabacterien angesprochenen Mikroorganismen in peptonhaltige Bouillon verimpften und dann mit verdünnter Schwefelsäure die bekannte Reaction zur Anwendung brachten. Endlich wurden die in Frage kommenden Colonieen jedes Mal der mikroskopischen Untersuchung — im hängenden Tropfen — unterworfen.

Solange die Typhus- und Choleracolonieen freilich in der Tiefe der Gelatine lagen und sich entwickelten, mussten sie der Beobachtung entgehen; die im folgenden mitgetheilten Werthe bringen deshalb für die beiden genannten Bacterienarten Zahlen, die jedenfalls regelmässig hinter der Wirklichkeit zurückbleiben und vom Vorwurf der Uebertreibung unbedingt frei zu sprechen sind.

Ausserdem bedienten wir uns noch eines Hülfsmittels, um uns das Auffinden der pathogenen Colonieen zu erleichtern. Wir hatten bei den Vorversuchen die schätzenswerthen Eigenschaften zur Genüge kennen gelernt, welche der Bac. violaceus für unsere Zwecke besass: die rasche Entwickelung sehr auffallender, gar nicht zu übersehender Colonieen auf der Gelatineplatte. Wir fügten nun den Aufschwemmungen von Typhus- und Choleraculturen, mit welchen wir die Filter beschickten, regelmässig noch eine erhebliche Menge von Keimen des blauen Bacillus bei, damit das Erscheinen der Colonieen des letzteren auf der Platte uns als Signal diene, mit besonders gespannter Aufmerksamkeit auch über dem etwaigen Auftreten von Typhus- und Choleracolonieen zu wachen. In der That ist uns der Violaceus in dieser Weise als Indicator von entschiedenem Nutzen gewesen.

Im Uebrigen wurden die Versuche ganz nach dem Vorbilde der früheren eingerichtet. Cholera- und Typhusbacterien wurden wieder in stark verdünnter Bouillon gezüchtet, und von dieser kleine Mengen in regelmässigen Zwischenpausen dem unfiltrirten Wasser zugesetzt. Zur Speisung diente ungereinigtes Spreewasser, das zur Bildung einer Deckhaut zweimal 24 Stunden auf der Sandoberfläche verblieb. Die Geschwindigkeit, mit welcher die Filter zunächst ihren Betrieb eröffneten, betrug für *A* 300, für *B* 50 mm.

Die erhaltenen Resultate zeigt uns Tabelle III (a und b). Eine Erläuterung derselben würde eine wörtliche Wiederholung des zusammenfassenden Urtheils über den Ausfall unserer ersten Experimente bedeuten. Auch hier trat die Ueberlegenheit des langsam laufenden Apparates deutlich genug hervor; trotzdem liess sogar dieser dauernd allerdings kleine aber sicher nachweisbare Mengen der uns interessirenden Bacterien durch, selbst nachdem die gefährliche Anfangszeit der Periode überwunden war und der Filtrationserfolg im Allgemeinen, wie die Zahl der überhaupt im Filtrat auftretenden Bacterien zeigte, sich befriedigend gestaltete.

Bemerkenswerth ist, dass die drei verschiedenen Bacterien, Violaceus, Typhus- und Cholerabacterien, keineswegs in ganz demselben Verhältnisse das Filter passirten. Hier wie in allen späteren Versuchen erschienen vielmehr am häufigsten auf den aus dem Filtrat angefertigten Platten die Colonien des blauen Bacillus, am seltensten die der Cholerabacterien, während der Typhusbacillus den Violaceus fast erreichte, zuweilen sogar übertraf.

Filter *A* war nach 11 Tagen todt, da der Druck eine Höhe von 1000 ^{mm} erreicht hatte. Eine Zunahme der Keime im Filtrat als Folge der Pressung der oberflächlichen Schlammschicht liess sich in diesem Falle nicht erkennen. Filter A wurde nun gereinigt und dann von Neuem und zwar mit ganz minimaler Geschwindigkeit, mit 25 ^{mm} für die Stunde in Betrieb gesetzt, während Filter B ohne Unterbrechung in der bisherigen Weise weiter arbeitete.

Die Absicht war, festzustellen, ob vielleicht bei einer so hochgradig verlangsamten Bewegung des Wassers im Filterkörper eine vollständige Beseitigung der Mikroorganismen zu erreichen wäre, nachdem die bisherigen Versuche zur Genüge erwiesen hatten, dass diese Function der Filter vor allen Dingen abhängig sei von der grösseren oder geringeren Schnelligkeit der Filtration.

Die genaue Beobachtung der Ereignisse wurde hier zunächst allerdings durch einen eigenthümlichen Zwischenfall gestört, der andererseits gerade zu besonders interessanten Ergebnissen führte. In dem Gefäss mit unfiltrirtem Wasser hatte sich im Laufe einiger Tage eine der zahlreichen Wasserbacterienarten, ein grauer, die Gelatine rasch verflüssigender Bacillus das unbedingte Uebergewicht zu verschaffen gewusst und eine so umfangreiche Vermehrung gefunden, dass die übrigen Mikroorganismen völlig in den Hintergrund gedrängt wurden und auf den betreffenden Platten beispielsweise weder der Bacillus violaceus noch die Typhus- und Cholerabacterien nachgewiesen werden konnten.

Bald machte sich diese Veränderung der Sachlage auch auf den Platten aus dem filtrirten Wasser, zuerst bei Filter *A* bemerkbar und zwar

trotz der verlangsamten Filtrationsgeschwindigkeit in einem sehr entschiedenen Anwachsen der Keimzahl, so jedoch, dass eben nur die Colonieen jenes erwähnten Bacillus zur Entwickelung kamen, die Platten geradezu eine Reincultur desselben enthielten und schon nach kaum mehr als 24 Stunden vollständig verflüssigt waren. Erst nach Verlauf von etwa 4—5 Tagen sank die Menge der Bacterien im Filtrat ab, und nun gelang es auch, wieder vereinzelte Colonieen des Violaceus, des Typhus- und Cholerabacillus hier zu entdecken.

Die Erklärung für diese Erscheinung giebt uns die Betrachtung der Verhältnisse bei Filter *B*. Dasselbe wurde von dem Anwachsen der Keimmenge im unfiltrirten Wasser gerade auf der Höhe seiner Periode getroffen, und wenn er hierauf auch durch eine beträchtliche Vermehrung der Bacterienzahl im Filtrat antwortete, die ausschliesslich auf Rechnung des grauen Bacillus kam, so erschienen die Colonieen desselben doch nur selten so massenhaft auf den Platten, dass sie deren genauere Analyse unmöglich gemacht hätten.

Filter *B* war eben schon im „reifen“ Zustande, als die Bacterienhochfluth hereinbrach, und die oben erwähnte Veränderung der Resultate bei Filter *A* gegen den Schluss dieser Periode ist nur darauf zurückzuführen, dass auch hier jetzt eine Dichtung des Filters erfolgt und damit dem rückhaltlosen Durchtreten der Bacterien ein Riegel vorgeschoben war.

Dieser erste Versuch mit den pathogenen Mikroorganismen war zweifellos nicht ganz in der Weise verlaufen, wie dies beabsichtigt gewesen war, und es wurde deshalb eine nochmalige Wiederholung desselben vorgenommen.

Zunächst fand eine gründliche Reinigung des Gefässes für das unfiltrirte Wasser statt, dann wurden beide Filter mehrere Tage hindurch mit Leitungswasser gespült, bis sich im Filtrat weder Colonieen des Violaceus, noch der pathogenen, noch endlich des grauen Bacillus mehr fanden, und nun erst die Filter in Thätigkeit gesetzt. *A* erhielt 25, *B* 50 ^{mm} Geschwindigkeit. Zur Speisung diente wieder unfiltrirtes Spreewasser; als später im weiteren Verlauf der Versuche eine genügende Deckenbildung erfolgt war, wie sich aus dem Filtrationseffecte ergab, wurde dasselbe durch entlüftetes Leitungswasser ersetzt, da die Beschickung der Filter mit Spreewasser doch auf die Dauer erhebliche Schwierigkeiten machte.

Das Resultat entsprach jetzt (Tabelle IV) völlig den früher erhaltenen Ergebnissen, und wir können deshalb als abschliessendes Urtheil über den Ausfall der gesammten hier mitgetheilten Versuche etwa Folgendes aussagen: die Sandfilter sind keine keimdicht arbeitenden Apparate; weder die gewöhnlichen Wasser-

bacterien noch auch Typhus- und Cholerabacillen werden von denselben mit Sicherheit zurückgehalten. Die Menge der in das Filtrat übergehenden Mikroorganismen ist abhängig von der Anzahl der im unfiltrirten Wasser vorhandenen und von der Schnelligkeit der Filtration. Anfang und Ende einer jeden Periode sind besonders gefährliche Zeiten, weil im ersteren Falle die Filter noch nicht ihre volle Leistungsfähigkeit erlangt haben, im letzteren die Pressung der oberflächlichen Filterschichten, vielleicht auch das selbstständige Durchwachsen der Bacterien durch diese ein Abwärtssteigen der Mikroorganismen begünstigen.

Dass diese Befunde zum grossen Theile in unmittelbarem Widerspruch mit den bisher gültigen Anschauungen über die Wirkung der Sandfilter standen, war unzweifelhaft. Wir mussten uns deshalb vor allen Dingen noch einmal die Frage vorlegen, ob denn unsere Experimente in der That einen Schluss auf die Verhältnisse im Grossen zu ziehen gestatteten.

Dass die Versuchsfilter, was Anlage und Art des Betriebes angeht, vor den Bassins der Wasserwerke eher im Vortheil als im Nachtheil waren, haben wir bereits erörtert, und eine einfache Betrachtung des Filtrationserfolges im Allgemeinen, wie er aus den gelieferten Gesammtzahlen z. B. in Tabelle IV und Tabelle III Filter *B* ohne Weiteres abzulesen ist, wird den deutlichsten Beweis liefern, dass unsere Versuchsfilter nicht schlechter gearbeitet haben, als die grossen Sandfilter.

Auch der Vorwurf, dass eine Uebertragung der nur für einen kleinen Maassstab ermittelten Thatsachen unzulässig sei, war sachlich nicht wohl zu rechtfertigen, zumal da der Umfang unserer Versuche keineswegs ein so beschränkter gewesen ist, wie man zunächst vielleicht annehmen könnte — waren doch im Laufe derselben nicht weniger als 300 $^{m^3}$ Wasser im Ganzen durch die Filter gegangen und auf ihren Bacteriengehalt geprüft worden.

Wie war der bestehende Gegensatz wohl zu erklären? Die Ueberzeugung, dass die Sandfilter wenigstens auf der Höhe ihrer Leistungsfähigkeit eine vollkommene Säuberung des Wassers, d. h. eine Befreiung desselben von sämmtlichen Mikroorganismen zu bewirken vermöchten, gründete sich, wie wir sahen, auf die Beobachtung, dass die Zahl der im Filtrat auftretenden Bacterien zu der Menge der im unfiltrirten Wasser vorhandenen nicht in Beziehung stehe, vielmehr veranlasst werde durch eine unvermeidliche, nachträgliche Verunreinigung des Wassers in den unteren, nicht sterilisirten Filterschichten, den Leitungsröhren u. s. w.

Aber bei genauerem Zusehen kann diese Anschauung doch nicht stichhaltig erscheinen, da sie auf falschen Voraussetzungen fusst. Dieselbe war gewonnen bei den regelmässigen Untersuchungen des Spree- bezw. Tegelerseewassers einerseits, des Berliner Leitungswassers andererseits, die meist so zur Ausführung gelangten, dass die Entnahme der verschiedenen Proben mit wöchentlichen Zwischenräumen an demselben Tage und zu derselben Stunde erfolgte, und die gefundenen Werthe dann mit einander verglichen wurden. Es ist dies aber sicherlich kein einwandsfreies Verfahren. Gesetzt den Fall, die Bacterienmenge im Spreewasser habe an dem Tage der Entnahme aus irgend einem Grunde eine erhebliche Veränderung, Verringerung oder Vermehrung erfahren, so ist gar nicht zu erwarten, ist es undenkbar, dass diese Thatsache auch in dem Filtrat, das in demselben Augenblicke geschöpft wird, schon zum Ausdrucke komme.

Es ist allerdings eine schwer zu beantwortende Frage, wie viel Zeit die Mikroorganismen wohl gebrauchen, um ein als durchlässig angenommenes Sandfilter zu passiren; dass aber die Fortbewegung dieser suspendirten Körperchen nicht mit der Schnelligkeit erfolgt, mit welcher die Wassertheilchen versickern, ist unzweifelhaft. Selbst im besten — oder wenn man will ungünstigsten — Falle werden Stunden, ja Tage vergehen, ehe die auf die Oberfläche der Sandschicht etwa gerathenen Bacterien sich im Filtrat bemerklich machen, und ausserdem wird dieses Ereigniss nicht mit einem Schlage, nicht in einer genau umschriebenen Frist in die Erscheinung treten, sondern ganz allmählich und in die Breite gezogen ablaufen.

Die Mikroorganismen wandern in dem Filterkörper nicht alle mit der gleichen Geschwindigkeit, einige setzen sich hier, andere dort an jenem Sandkorn für einige Zeit fest, um dann die unterbrochene Fahrt eine Strecke weit wieder aufzunehmen, und wenn ein ganzes Rudel Bacterien gemeinschaftlich auf die Reise gegangen ist, so werden die einen dem Gros weit vorauseilen, andere als späte Nachzügler eintreffen und es schliesslich ganz undeutlich werden, dass alle aus dem gleichen Herkunftsorte stammen und denselben zur nämlichen Zeit verlassen haben.

Häufen sich gar die Widerstände im Filter, so werden diese Verhältnisse sich noch schärfer entwickeln, und in der That kann man unseren oben mitgetheilten Experimenten an verschiedenen Stellen die Beobachtung entnehmen, dass auf der Höhe einer Filtrationsperiode bei mittlerer Geschwindigkeit etwa 48 Stunden vergehen, ehe eine Veränderung in der Zusammensetzung des unfiltrirten Wassers, beispielsweise die Zunahme der blauen Keime oder das Auftauchen ausserordentlich grosser Mengen einer wilden Bacterienart in der Beschaffenheit des Filtrats hervortritt.

Alle diejenigen Schlüsse, welche auf derartigen, in weiten Absätzen

vorgenommenen Untersuchungen aufgebaut sind, können daher für die Entscheidung der vorliegenden Frage gar nicht in Betracht kommen.

Nun liegen aber auch einige, allerdings nicht sehr zahlreiche Beobachtungen[1] vor, die über längere Zeit hin die Wirksamkeit eines Filters verfolgten. Auf diese würden die eben gemachten Erörterungen nicht zutreffen, und doch haben dieselben zu den gleichen Ergebnissen geführt, d. h. eine Abhängigkeit der Bacterienzahl im filtrirten Wasser von der des unfiltrirten nicht zu erkennen vermocht.

Aber es lässt sich auch gegen sie ein gewichtiger Einwand erheben. Wir wissen, und es ist durch besondere Ermittelungen festgestellt, dass nicht nur an der Oberfläche des Filters eine reichliche Ablagerung der im ungereinigten Wasser enthaltenen Mikroorganismen stattfindet, dass vielmehr auch die höheren Lagen der Sandschicht selbst erhebliche Mengen derselben bergen, denen sie ihre Verschleimung, ihre Filtrirfähigkeit verdanken, und dass endlich auch die tieferen Zonen des Filterkörpers von Bacterienmassen durchsetzt sind, die um so dichter anwachsen, je länger sich das betreffende Filter im Betriebe befindet.

Die hier aufgestapelten Keime nun, die, wie man immer stillschweigend zugegeben hat, in letzter Linie doch auch aus dem ungereinigten Wasser, von der Oberfläche des Filters, stammen, dasselbe also durchbrochen haben, werden bei der Strömung der Wassertheilchen von ihren Aufhängepunkten, den Sandkörnchen, mehrfach losgespült und losgerissen, um endlich auch in das ablaufende Filtrat überzugehen. Das Auftreten von Bacterien im filtrirten Wasser wurde ja bisher überhaupt, wie wir gesehen haben, wesentlich auf diese Ursache zurückgeführt.

Nun soll nicht bestritten werden, dass ein Theil, ein beträchtlicher Theil der im Filtrat erscheinenden Mikroorganismen auch in der That den unteren Filterschichten entstammt; aber nehmen wir einmal an, ein anderer Theil rühre unmittelbar von der Oberfläche des Filters her, bestehe aus Bacterien, die ohne jeden längeren Aufenthalt das Filter durchmessen haben, wie will man bei der gewöhnlichen Art der Untersuchung die letzteren von den ersteren unterscheiden? Nimmt im gegebenen Falle zufällig die Menge der einen ab, die der anderen zu, so bleibt das Gesammtresultat unverändert, und verschiebt es sich, so ist die Frage gar nicht zu beantworten, durch welche Ursache dies gerade geschehen. Solange diese beiden concurrirenden Momente daher nicht durch irgend ein leicht erkennbares Merkmal von einander getrennt werden, verschleiern sie sich gegenseitig in ihren Aeusserungen und machen den Antheil, den ein jedes an dem gemeinschaftlichen Ergebniss hat, undeutlich.

[1] Wolffhügel, *Arbeiten aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamt*. Bd. I. — Piefke, a. a. O.

Deshalb können hier nur Versuche zum Ziele führen, welche den von uns eingeschlagenen Weg betreten, d. h. mit bestimmten, wohl bekannten Bacterien operiren, die man nicht mit anderen verwechseln, deren Schicksale man im Einzelnen verfolgen kann, und nicht die uncontrolirbaren Wendungen der natürlichen Verhältnisse der Beurtheilung unterwerfen.

Für die Richtigkeit dieser Anschauung vermögen wir sogar aus unseren Befunden einige Beweise beizubringen. So lassen sich namentlich aus Tabelle I und II mehrere Abschnitte anführen, in denen entweder die Gesammtzahl der von den Filtern gelieferten Bacterien sehr erheblichen Schwankungen unterliegt, während die Menge der blauen, zweifellos von der Oberfläche stammenden Colonien unverändert bleibt, oder gerade umgekehrt die letztere sich verdoppelt und selbst verzehnfacht, ohne dass dies in dem Gesammtergebniss zu einem irgendwie deutlichen Ausdruck käme.

Damit soll keineswegs gesagt sein, dass wir die bacteriologische Wasseruntersuchung etwa überhaupt für unzulänglich hielten. Wir glauben im Gegentheil nach wie vor, dass dieselbe uns ein ausreichendes, ja sogar ein durchaus zuverlässiges Kriterium an die Hand giebt, um die Leistungen des Filtrationsprocesses bis in seine Einzelheiten verfolgen und beaufsichtigen zu können. Während die Feststellung der chemischen Verhältnisse nach dieser Richtung hin völlig werthlos und unbrauchbar ist, kann die im Filtrat vorhandene Bacterienzahl als der beste Gradmesser für die Wirksamkeit des benutzten Reinigungsverfahrens angesehen werden und deshalb allein genügenden Aufschluss über die hier vorliegenden Fragen verschaffen. Nur wird man in Zukunft wohl noch schärfer eine Thatsache berücksichtigen müssen, die man auch bisher ja schon, wenigstens stillschweigend, immer anerkannt hat, dass nämlich die Keimmenge im filtrirten Wasser kein ganz unmittelbarer, absoluter Ausdruck des Filtrationseffectes sei. Man wird sich vergegenwärtigen, dass hier zwei Vorgänge zu einem Ereignisse verschmolzen sind, die freilich von wesentlich denselben Bedingungen in der gleichen Weise beeinflusst werden und deshalb auf diese letzteren einen Rückschluss erlauben. Mängel im Filtrationsbetriebe können das eine Mal gerade die Zahl der von der Oberfläche herrührenden Bacterien, das andere Mal gerade die aus den unteren Filterschichten stammenden Mikroorganismen in besonders nachdrücklichem Maasse betreffen, vielfach jedoch, wie namentlich eine übermässig gesteigerte Schnelligkeit der Filtration, auf beide nach derselben Richtung einwirken und also in der Menge der nachgewiesenen Bacterien ihren deutlichen Ausdruck finden.

Gröbere Störungen werden sich deshalb auch immer in der Bacterienzahl bemerklich machen, während freilich Insufficienzen von geringem Um-

fange, die nur unerhebliche oder rasch vorübergehende Veränderungen hervorrufen, von vornherein leicht übersehen werden können und die natürlich um so eher, je grösser die Gesammtzahl der im Filtrat gefundenen Mikroorganismen war, je geringer also die Ausschläge sind, welche durch leichte Verschiebungen der bestehenden Verhältnisse veranlasst werden. Man wird schon aus diesem Grunde vielleicht fortan auf eine möglichst geringe Keimzahl im Filtrat ein noch grösseres Gewicht legen als bisher, weil man eben dann hoffen darf, etwaige Abweichungen von der Norm mit um so grösserer Sicherheit zu erkennen.

Nach alledem müssen wir bei unseren, schon mehrfach in bestimmter Form gefassten Resultaten und ihrer Erklärung verharren und dürfen uns nunmehr wohl der Beantwortung der Frage zuwenden, welche praktischen Folgerungen aus unseren Versuchen hervorgehen werden.

Man könnte einen Augenblick geneigt sein, die Reinigung des Wassers auf dem Wege der Sandfiltration nach diesen Erfahrungen überhaupt in Acht und Bann zu thun und, weil sie nicht allen Erwartungen zu entsprechen im Stande ist, den Stab über sie zu brechen. Aber es wäre das sicherlich ein ungerechtes und unangebrachtes Verfahren. Prüft man vorurtheilslos die Ergebnisse, welche wir bei unseren Experimenten erhalten haben, so wird man im Gegentheil eher staunen müssen über die ganz ausserordentlichen Leistungen, mit welchen ein richtig geleitetes Sandfilter aufzuwarten vermag. Wir haben schon oben einmal gelegentlich von der Reduction gesprochen, welche sich bei einem Vergleich der oben auf ein Filter gelangenden und der unten aus demselben austretenden Bacterienmengen ergab. Dieselbe war eine sehr erhebliche und nur derjenige, der von der bisherigen Anschauung von der absoluten Vollkommenheit der Sandfilter nicht lassen will, kann an derselben etwas auszusetzen haben.

Muss doch bei genauerer Ueberlegung die Forderung, dass ein Sandfilter wirklich völlig keimdicht filtriren solle, als eine nach Lage der Dinge gar nicht gerechtfertigte und ausserhalb unserer sämmtlichen sonstigen Erfahrungen stehende bezeichnet werden. Für die Kleinfiltration ist es anerkanntermaassen bisher noch nicht geglückt, die Lösung des grossen Problems zu erreichen und einen Filtrirapparat herzustellen, der bei mittlerer Ergiebigkeit auch nur für einige Zeit alle Mikroorganismen abzufangen und zu beseitigen vermöchte — um wie viel weniger dürfen wir an den unter erheblich ungünstigeren Bedingungen arbeitenden Grossbetrieb mit einem so weitgehenden Verlangen herantreten.

Freilich sind die Erfolge der Sandfiltration nur dann innerhalb ihrer Grenzen befriedigende, wenn dieselbe in sorgsamer und zielbewusster Weise gehandhabt wird. Es muss gerade dieser Punkt besonders hervor-

gehoben werden, weil er von Bedeutung für die Praxis ist. In dieser lassen sich gewisse Betriebsstörungen gar nicht vermeiden, wie die Erfahrung zur Genüge gezeigt hat, und jedes Mal, wenn ein solches Ereigniss eintritt, wird auch sofort der Filtrationseffect in einem mehr oder minder erheblichen Maasse angegriffen und die Mängel, die schon ein normal functionirender Apparat besitzt, in ganz unberechenbarem Maasse gesteigert. Derartige Zwischenfälle können mit einem Schlage die Ergebnisse langer mühevoller Arbeit vernichten, ganz plötzlich eine Infection der tieferen Filterschichten und des Filtrats veranlassen und so eventuell grosse Epidemieen hervorrufen. Gerade diese Thatsache ist gewiss, selbst wenn man von allen anderen Bedenken völlig absieht, mehr wie geeignet, das Vertrauen zu den Leistungen des Verfahrens zu erschüttern; auf der anderen Seite fordert uns dieselbe aber eindringlich auf, das Vorkommen solcher Ereignisse nach Möglichkeit zu verhindern.

Manche Betriebsstörungen sind, wie wir eben schon sagten, kaum ganz auszuschliessen; Verwundungen des Filters, Verletzungen seiner obersten Schichten, kleine Risse und Sprünge der Deckhaut werden immer einmal vorkommen. Was sich aber vermeiden lässt, was vermieden werden muss, das sind diejenigen Schädigungen, die aus einer übermässigen, schonungslosen Ausbeutung der Filter hervorgehen. Wenn unser Wasserwerk Stralau im Frühjahr gezwungen wird, mit seinen wenigen bedeckten Filtern die ganze Arbeit zu leisten, weil die offenen Bassins dienstunbrauchbar sind, wenn im Hochsommer die Anforderungen so gewaltige werden, dass die Filter, bis auf's Aeusserste angestrengt, kaum dem Bedarf zu genügen vermögen, wenn Filtrationsgeschwindigkeiten von 200^{mm} und mehr in Wirksamkeit treten, so darf man sich nicht darüber wundern, dass die Erfolge mangelhafte sind und die Reinigung des Wassers kaum eine oberflächliche genannt werden kann.

Dazu kommt dann noch ein Umstand. Wir haben gesehen, dass die Menge der die Filter passirenden Mikroorganismen abhängig ist von der Menge der Keime im unfiltrirten Wasser. Diese Beobachtung legt uns die gebieterische Pflicht auf, dafür zu sorgen, dass für die Speisung der Filter stets ein möglichst reines, von organisirten Bestandtheilen freies Wasser zur Verwendung komme, welches den Filtern die Arbeit nicht unnöthig erschwert. Verhältnisse, wie sie zur Zeit für unser Wasserwerk vor dem Stralauer Thor zutreffen, müssen auch nach dieser Richtung hin als ganz unleidliche bezeichnet werden und machen die baldige Eröffnung der neuen Anlage am Müggelsee, der ein erheblich besseres Rohmaterial zur Verfügung stehen wird, besonders wünschenswerth.

Wir sahen ferner, dass die Schnelligkeit der Filtration von entscheidendstem Einfluss auf die Beschaffenheit des Filtrats ist und

also volle Berücksichtigung bei der Regelung des Betriebes verlangt. Allerdings ist diese Forderung eine sehr viel eingreifendere, als man auf den ersten Blick vielleicht annehmen möchte. Die Normalgeschwindigkeit, mit welcher die Berliner Sandfilter arbeiten, beträgt 100 mm, und das Tegeler Werk hält dieselbe in der That auch regelmässig ein, während Stralau, der Noth gehorchend, häufig weit über dieses Maass hinausgeht. Nun haben unsere Versuche ergeben, dass bei der genannten Bewegungsgrösse die Zurückhaltung der Mikroorganismen keineswegs in annähernd vollkommenem Maasse erfolgt. Freilich lieferten uns erheblich geringere Werthe, 50 mm und selbst 25 mm, auch keine ganz befriedigenden Resultate, aber der Unterschied, der bei einer Vergleichung der einzelnen hier in Betracht kommenden Zahlen sofort in die Augen springt, ist doch ein so grosser, dass er wohl den Wunsch rechtfertigt, die Geschwindigkeit weit unter die bisher übliche herabzusetzen und die Filtration mit höchstens 50 mm stattfinden zu lassen.

Das heisst aus Worten in Thatsachen übertragen, eine Verdoppelung der jetzigen und auch der beabsichtigten Anlagen nach Ausdehnung und Verwaltung, also für unsere Verhältnisse eine Ausgabe von vielen Millionen Mark. Diese kostspielige Folgerung, welche sich aus der Aufstellung des Satzes: „Nur eine langsame Filtration ist eine wirksame," ableitet, fällt gewiss nicht eben zu Gunsten der Sandfilter in's Gewicht und macht es begreiflich, dass die Specialtechnik sich sogar bemüht hat, gerade das Gegentheil zu erweisen[1] und darzuthun, das Resultat der Filtration werde nicht geschädigt, selbst wenn man mit Geschwindigkeiten arbeite, die für unsere Begriffe ganz ungeheuerliche sind, mit 400, selbst 500 mm in der Stunde.

Es ist hierauf einmal zu erwidern, dass die Befunde, welche die eben kurz angedeutete Anschauung erhärten sollen, alle so gewonnen sind, wie die oben ausführlich kritisirten Beobachtungen, d. h. allein auf einer Beurtheilung der unter natürlichen Bedingungen von den Filtern gelieferten Bacterienmengen fussen, also keineswegs einen unbedingt zuverlässigen Einblick in die wirklich vorliegenden Verhältnisse zu thun gestatten. Des Weiteren aber nehmen diejenigen Filter, an welchen diese auffallenden Ergebnisse ermittelt wurden, insofern eine ganz bevorzugte Ausnahmestellung ein, als sie mit einem besonders vortrefflichen Rohwasser zu rechnen haben, das an und für sich einer Reinigung leicht zugänglich ist. Denn nach dem eben Gesagten bedarf es wohl kaum noch einer eingehenden Erklärung, dass wenn die eine der beiden Bedingungen, die wir für das Zustandekommen eines guten Filtrationserfolges

[1] Bertschinger a. a. O.

erfüllt zu sehen wünschen, nämlich die Reinheit des unfiltrirten Wassers, in annäherndem Maasse gewährleistet wird, dann die andere, die Verlangsamung der Filtration, weit eher vernachlässigt werden oder zurücktreten kann, als im entgegengesetzten Falle.

Für die Einführung möglichst geringer Geschwindigkeiten im Filterbetriebe spricht aber noch ein anderes Moment; je energischer die Filter arbeiten, um so kürzer werden auch die einzelnen Perioden. Das hat einmal den Nachtheil, dass die quantitative Leistung auf die gleiche Zeit, beispielsweise das Jahr, berechnet, beim schnellen Filter häufig eine geringere ist, als beim langsamen, das gleichmässig weiter wirthschaftet und keine Unterbrechungen mit ihren nothwendigen Verlusten erfährt. Vor allen Dingen aber sind, wie unsere Versuche gezeigt haben, kurze Perioden deshalb von ausserordentlich ungünstigem Einfluss auch auf die Qualität des Filtrats, weil man bei jeder Eröffnung eines neuen Abschnitts auf eine recht geraume Frist gefasst sein muss, bis das Filter eine wirksame Beschaffenheit erlangt hat. Vorher hat es nur die Eigenschaften eines feinen Siebes und lässt grosse Mengen von Bacterien anstandslos passiren.

Wohl wird dieser Thatsache auch bei dem bisherigen Betriebe schon Rechnung getragen und das während der ersten 24 Stunden aus den Filtern ablaufende Wasser nicht weiter verwerthet. Doch muss diese Schonzeit nach den eben mitgetheilten Resultaten als eine zu geringe erscheinen, und es sind auch nur die Anforderungen des dringenden Bedarfs, welche diese Grenze festgesetzt haben. Selbst im besten Falle aber, selbst wenn man mehrere Tage hindurch auf den Ertrag der Filter verzichten wollte und könnte, wird damit ein Mangel nicht aus der Welt geschafft, dessen Bedeutung gewiss keine geringe ist, nämlich die Verunreinigung oder, wie wir sagen können, die Infection der tieferen Filterschichten, die im Beginn einer jeden neuen Periode in Folge der Undichtheit der Filteroberfläche statthaben muss. Dieselbe ist um so bedenklicher, als etwaigen Krankheitskeimen, die erst bis hierhin einmal vorgedrungen sind, nun kein weiteres Hinderniss mehr in den Weg gelegt werden kann, früher oder später in das Filtrat überzugehen. Es ist das ein Fehler, der in der Natur der Sache selbst begründet ist und sich deshalb vollständig überhaupt nicht beseitigen lassen wird; aber er kann gemildert und in seinen Folgen abgeschwächt werden dadurch, dass man mit möglichst geringen Filtrationsgeschwindigkeiten arbeitet, welche die Einführung langer Perioden gestatten und jene verhängnissvollen Unterbrechungen auf das nothwendigste Maass beschränken.

Auf jeden Fall sind die Sandfilter, selbst wenn ihr Betrieb von berufenster und sachkundigster Hand, unter Be-

rücksichtigung der, von uns ermittelten Thatsachen geleitet wird, doch nicht im Stande, eine vollständige Sicherheit für ausreichende Säuberung des Trinkwassers von schädlichen, infectiösen Stoffen zu geben. Mag man auch, unter Hinweis auf unsere Zahlen, die Wahrscheinlichkeit des Ueberganges pathogener Bacterien in das Filtrat als eine sehr geringfügige hinstellen, mag man hervorheben, dass so gewaltige Mengen von gefährlichen Mikroorganismen, wie sie in unseren Versuchen verwendet wurden, um den Durchtritt durch die Filter zu erzwingen, unter natürlichen Verhältnissen niemals vorkommen werden, so muss man doch zunächst die Möglichkeit eines derartigen unglücklichen Zufalls unbedingt zugeben. Und weiter wird uns eine nähere Ueberlegung dahin führen, auch auf unsere scheinbar günstigen Befunde nicht mit allzu grossem Vertrauen hinzublicken. Die Quantität des untersuchten Filtrates betrug jedesmal nur 1 $^{cm^3}$, war ein verschwindend kleiner Bruchtheil der Gesammtmenge, und wenn sich hier im gegebenen Falle nur wenige pathogene Keime entdecken lassen, so werden daraus doch, auf das Ganze berechnet, recht erhebliche Zahlen, die genügen, um die ausgedehnteste Epidemie zu veranlassen.

Nimmt man endlich an, dass die Bacterien sich innerhalb des Filters vermehren und durch dasselbe hindurchwachsen können, so vermag schon ein einziger Anfangskeim auf diesem Wege schliesslich das grösste Unheil anzurichten. Wir wissen gerade von den Typhusbacillen, dass sie nicht eben sehr empfindlicher Natur sind und sich in Concurrenz mit anderen, saprophytischen Arten über längere Zeit im Wasser zu halten, ja selbst zu entwickeln vermögen, und namentlich während der Sommermonate sind die für ihr Gedeihen sonst erforderlichen Bedingungen, günstige Temperaturverhältnisse u. s. w., in unseren Filtern jeder Zeit vorhanden.

So muss der unbedingte Glaube an die Zuverlässigkeit der Sandfilter allerdings eine entschiedene Einschränkung erfahren, und wenn wir an die Stelle zurückkehren, von der wir ausgegangen sind, so wird die Frage, ob das Berliner Leitungswasser im Zusammenhange mit der im Frühling dieses Jahres beobachteten Typhusepidemie gestanden habe, zwar nicht rückhaltslos bejaht, aber sicherlich ebensowenig kurzer Hand verneint werden können. Im Hinblick auf die schon erwähnten epidemiologischen Thatsachen wird man mit Recht sogar der Meinung zuneigen, dass eine derartige Beziehung zwischen Ursache und Wirkung in der That bestanden habe.

Lässt sich an diesen wenig idealen Zuständen etwas ändern? Es ist hier natürlich nicht der Ort, umfangreiche Verbesserungsvor-

schläge zu machen und zu erörtern; es wird vielmehr genügen, wenn wir ganz kurz auf die wesentlichsten Punkte hinweisen, die nach dieser Richtung in Betracht zu ziehen wären.

Von den Maassnahmen, durch welche die Sandfiltration selbst auf die Höhe erreichbarer Vollkommenheit gebracht werden kann, (reines Rohmaterial, langsame Filtration, verständige Behandlung der Filter,) haben wir bereits des Eingehenderen gesprochen, und es wird Sache der speciellen Filtertechnik sein müssen, diese Punkte noch im Einzelnen näher zu formuliren und die Ueberführung der aufgestellten Grundsätze in die Praxis zu bewirken.

Will man auf die Benutzung der Sandfiltration ganz verzichten, so kann nur eine Wasserversorgung in Frage kommen, die entweder reines, der nachträglichen Säuberung nicht mehr bedürfendes Oberflächenwasser verwerthet, also eine Hochquellenleitung, oder eine Hebung und Verwendung des Grundwasserstromes. Beides hat seine Bedenken; von den Mängeln der erstgenannten Einrichtung wissen Wien, Frankfurt, Wiesbaden und andere Orte ein Lied zu singen, die alle die Erfahrung haben machen müssen, dass die Menge des so gewonnenen Wassers nur allzu oft dem Bedarf nicht zu entsprechen vermag und dann ein zeitweiliger oder gar dauernder Ersatz durch minderwerthiges Wasser eintreten muss, wodurch natürlich die Vortheile der ganzen Anlage illusorisch werden.

Das Grundwasser hat an und für sich gewiss alle Eigenschaften, die es zum Gebrauche empfehlenswerth machen. Die atmosphärischen Niederschläge erfahren bei ihrem langsamen Durchgange durch den Boden eine Veredelung in jeder Hinsicht und werden so zu einem wahren Genussmittel, im Gegensatz zum gewöhnlichen Oberflächenwasser, dem Niemand diesen Titel zuerkennen wird, der einmal während der Sommermonate das lauwarme, fade schmeckende filtrirte Spreewasser zu trinken genöthigt war.

Des Weiteren wird das Wasser auf seinem Wege zu den tieferen Schichten aber auch so vollständig von etwaigen schädlichen Stoffen befreit, wie dies durch kein sonstiges Mittel erreicht werden kann. Unmittelbare Untersuchungen[1] haben gezeigt, dass selbst das verhältnissmässig dicht unter der stark verunreinigten Oberfläche des Berliner Bodens fliessende Grundwasser völlig bacterienfrei ist, eine Thatsache, die ihre Erklärung findet in der filtrirenden, zurückhaltenden Kraft des Bodens. Derselbe wirkt wie ein gewaltiges Sandfilter, nur mit dem Unter-

[1] C. Fränkel, Untersuchungen über den Keimgehalt des Grundwassers u. s. w. *Diese Zeitschrift.* Bd. VI.

schiede, dass er unter erheblich günstigeren Verhältnissen arbeitet als ein solches, vor allen Dingen mit einer so verlangsamten Bewegung der Wassertheilchen zu rechnen hat, wie wir sie bei der künstlichen Filtration niemals erreichen können.

Gegenüber diesen Vorzügen hat das Grundwasser aber auch seine Mängel. Es ist wenigstens in unseren Gegenden, sobald es aus etwas tieferen Schichten stammt, durchweg eisenhaltig. Die in ihm gelösten Eisenoxydulverbindungen gehen mit dem Augenblick, wo sie an die Oberfläche gefördert werden und in Berührung mit dem Sauerstoff der Luft kommen, in die Oxyde über und fallen als solche aus. Der auf diese Weise in den Leitungen abgelagerte Eisenschlamm dient regelmässig dem Brunnenfaden, der Crenothrix polyspora als Brutstätte; der Fadenpilz verstopft die Röhren, bräunlich gefärbte Theile des Eisensatzes trüben das Wasser, und so kommt es zur Ausbildung aller jener Uebelstände, welche wir hier in Berlin in wahrhaft klassischer Weise haben studiren können, und die uns gerade veranlasst haben, von dieser Art der Wasserversorgung abzugehen.

Nun verfügen wir zur Zeit aber schon über Mittel, diesem Mangel dadurch fast vollständig zu begegnen, dass man das Wasser, bevor es in die Leitungen eintritt, von seinem Eisengehalt befreit, und von dieser Seite wäre also wohl gegen den Gebrauch des Grundwassers nichts mehr einzuwenden.

Dagegen ist ein anderes Bedenken schwerwiegender. So erhebliche Mengen von Wasser, wie sie eine grosse Stadt täglich verbraucht, lassen sich dem Grundwasserstrome nicht entnehmen, ohne dass er unter Umständen leidet und schliesslich in Gefahr geräth zu versiegen, eine Möglichkeit, die jedenfalls in Betracht gezogen werden muss, damit man vor unliebsamen Enttäuschungen bewahrt bleibe.

Wo der Bedarf freilich kein so gewaltiger oder der Strom des Grundwassers ein so mächtiger ist, dass eine Erschöpfung desselben nicht zu befürchten, da wird sich, wie wir glauben, in Zukunft die Aufmerksamkeit der betheiligten Kreise mit Vortheil wieder mehr dem unterirdischen Wasser und seiner Verwerthung zuwenden, und die immerhin unzuverlässigen Erfolge der Sandfiltration mögen das ihrige dazu beitragen, uns von einem unnöthigen Verzicht auf die unter unseren Füssen strömenden Wasservorräthe abzuhalten.

Tabelle Ia. (Wasserwerke.)

1889	Unfiltrirtes Wasser, Keime in 1 ccm, insgesammt	Unfiltrirtes Wasser, Keime in 1 ccm, davon viol.	Filtrirtes Wasser aus Filter *A*, Keime in 1 ccm, insgesammt	Filtrirtes Wasser aus Filter *A*, Keime in 1 ccm, davon viol.	Filter *A*, stündl. Filtr.-Geschw. mm	Filter *A*, verbrauchter Druck mm	Filtrirtes Wasser aus Filter *B*, Keime in 1 ccm, insgesammt	Filtrirtes Wasser aus Filter *B*, Keime in 1 ccm, davon viol.	Filter *B*, stündl. Filtr.-Geschw. mm	Filter *B*, verbrauchter Druck mm	Täglich abfiltrirte Wassermenge, Liter, *A*	Täglich abfiltrirte Wassermenge, Liter, *B*
Juni 1.	25344	1920	6318	972	300	70	7540	825	100	32	2880	960
„ 2.	43100	4620	400	10	300	68	—	—	100	34	2880	960
„ 3.	6102	mehrere	2604	6	300	70	1427	3	100	26	2880	960
„ 4.	3860	62	?	5	300	78	?	0	100	28	2880	960
„ 5.	—	—	—	—	300	78	—	—	100	30	2880	960
„ 6.	5656	61	551	2	300	77	261	0	100	30	2880	960
„ 7.	17650	300	442	0	300	78	218	0	100	28	2880	960
„ 8.	4083	3483	327	2	300	80	557	2	100	28	2880	960
„ 9.	14900	510	202	1	300	85	336	7	100	30	2880	960
„ 10.	9780	5940	270	2	300	108	344	6	100	30	2880	960
„ 11.	11220	180	186	8	300	155	320	11	100	30	2880	960
„ 12.	13180	520	517	41	300.	188	258	2	100	30	2880	960
„ 13.	—	—	—	—	300	210	—	—	100	30	2880	960
„ 14.	1260	fast nur blaue	420	245	300	230	290	40	100	32	2880	960
„ 15.	—	—	—	—	300	252	—	—	100	34	2880	960
„ 16.	sehr viele	fast nur blaue	452	177	300	274	620	115	100	37	2880	960
„ 17.	—	—	—	—	300	304	—	—	100	40	2880	960
„ 18.	23098	fast nur blaue	727	146	300	337	426	76	100	44	2880	960
„ 19.	—	—	—	—	300	379	—	—	100	47	2880	960
„ 20.	13846	fast nur blaue	356	42	300	453	227	26	100	50	2880	960
„ 21.	—	—	—	—	300	520	—	—	100	51	2880	960
„ 22.	2489	26	1326	107	300	665	260	64	100	53	2880	960
„ 23.	—	—	—	—	300	700	—	—	100	54	2880	960
„ 24.	1386	2	203	28	300	728	240	6	100	52	2880	960
„ 25.	—	—	—	—	300	762	—	—	100	52	2880	960
„ 26.	268	2	87	20	300	800	93	3	100	53	2880	960
„ 27.	—	—	—	—	300	847	—	—	100	55	2880	960
„ 28.	433	1	128	32	300	852	106	0	100	55	2880	960
„ 29.	—	—	—	—	300	858	—	—	100	57	2880	960
„ 30.	363	0	102	20	300	—	120	0	100	58	2880	960
Sa.				891				361			86400	28880

Tabelle Ib. (Hygienisches Institut.)

1889	Unfiltrirtes Wasser		Filtrirtes Wasser aus Filter *A*				Filtrirtes Wasser aus Filter *B*				Täglich abfiltrirte Wassermenge	
	Keime in 1 ccm		Keime in 1 ccm		stündl. Filtr.-Geschw.	verbrauchter Druck	Keime in 1 ccm		stündl. Filtr.-Geschw.	verbrauchter Druck	Liter	
	insgesammt	davon viol.	insgesammt	davon viol.	mm	mm	insgesammt	davon viol.	mm	mm	*A*	*B*
Juni 1.	—	—	—	—	300	70	—	—	100	32	2880	960
„ 2.	30000	5200	490	14	300	68	1400	22	100	34	2880	960
„ 3.	7800	380	1600	6	300	70	1280	2	100	26	2880	960
„ 4.	3800	sehr viele	360	8	300	73	40	3	100	28	2880	960
„ 5.	4000	2	210	8	300	78	36	2	100	30	2880	960
„ 6.	7000	90	410	4	300	77	196	1	100	30	2880	960
„ 7.	1800	360	320	2	300	78	124	0	100	28	2880	960
„ 8.	6000	400	140	2	300	80	440	3	100	28	2880	960
„ 9.	14000	fast nur viol.	180	0	300	85	230	1	100	30	2880	960
„ 10.	26000	?	200	0	300	108	1200	0	100	30	2880	960
„ 11.	12000	160	170	6	300	155	320	14	100	30	2880	960
„ 12.	14000	420	432	22	300	188	256	20	100	30	2880	960
„ 13.	4900	350	—	14	300	210	116	18	100	30	2880	960
„ 14.	12000	nur viol.	390	264	300	230	290	48	100	32	2880	960
„ 15.	1920	nur viol.	320	70	300	252	190	50	100	34	2880	960
„ 16.	unzählig	unzählig	400	180	300	274	310	65	100	37	2880	960
„ 17.	sehr viele	sehr viele	490	96	300	304	250	46	100	40	2880	960
„ 18.	sehr viele	sehr viele	630	160	300	337	390	68	100	44	2880	960
„ 19.	13200	fast nur viol.	890	110	300	379	244	48	100	47	2880	960
„ 20.	viele	viele	442	22	300	453	438	11	100	50	2880	960
„ 21.	?	?	236	64	300	520	196	42	100	51	2880	960
„ 22.	?	?	1100	96	300	665	?	50	100	53	2880	960
„ 23.	2300	19	1100	160	300	700	620	40	100	54	2880	960
„ 24.	1200	5	190	60	300	728	190	20	100	52	2880	960
„ 25.	980	10	190	22	300	762	170	16	100	52	2880	960
„ 26.	420	0	220	22	300	800	160	13	100	53	2880	960
„ 27.	120	4	214	36	300	847	96	0	100	55	2880	960
„ 28.	460	0	112	21	300	852	110	1	100	55	2880	960
„ 29.	212	0	150	40	300	858	120	2	100	57	2880	960
„ 30.	?	0	130	69	300	—	110	1	100	58	2880	960
Sa.				1578				607			86400	28800

Tabelle IIa. (Wasserwerke.)

1889	Unfiltrirtes Wasser, Keime in 1 ccm, insgesammt	Unfiltrirtes Wasser, Keime in 1 ccm, davon viol.	Filtrirtes Wasser aus Filter *A*, Keime in 1 ccm, insgesammt	Filtrirtes Wasser aus Filter *A*, Keime in 1 ccm, davon viol.	Filter *A*, stündl. Filtr.-Geschw. mm	Filter *A*, verbrauchter Druck mm	Filtrirtes Wasser aus Filter *B*, Keime in 1 ccm, insgesammt	Filtrirtes Wasser aus Filter *B*, Keime in 1 ccm, davon viol.	Filter *B*, stündl. Filtr.-Geschw. mm	Filter *B*, verbrauchter Druck mm	Täglich abfiltrirte Wassermenge Liter *A*	Täglich abfiltrirte Wassermenge Liter *B*
Juli 5.	—	—	—	—	300	180	—	—	50	37	2880	480
„ 6.	—	—	—	—	300	135	—	—	50	32	2880	480
„ 7.	—	—	—	—	300	211	—	—	50	44	2880	480
„ 8.	unzählige	fast nur viol.	516	29	300	344	733	8	50	59	2880	480
„ 9.	—	—	—	—	300	402	—	—	50	57	2880	480
„ 10.	sehr viele	fast nur viol.	370	30	300	588	?	8	50	59	2880	480
„ 11.	—	—	—	—	300	710	—	—	50	60	2880	480
„ 12.	sehr viele	fast nur viol.	286	2	300	1048	143	0	50	63	—	480
„ 13.	gereinigt				300	124	—	—	50	63	2880	480
„ 14.	53552	sehr viel viol.	?	36	300	212	130	0	50	65	2880	480
„ 15.	—	—	—	—	300	340	—	—	50	64	2880	480
„ 16.	19832	fast nur viol.	786	49	300	400	?	3	50	78	2880	480
„ 17.	—	—	—	—	300	584	—	—	50	89	2880	480
„ 18.	20800	fast nur viol.	620	65	300	787	659	2	50	102	2880	480
„ 19.	—	—	—	—	300	840	—	—	50	120	2880	480
„ 20.	3145	fast nur viol.	?	6	300	1048	?	2	50	178	2880	480
„ 21.	gereinigt				—	—	—	—	50	210	—	480
„ 22.	21833	fast nur viol.	482	48	300	126	446	0	50	224	2880	480
„ 23.	—	—	—	—	300	198	—	—	50	236	2880	480
„ 24.	2620	fast nur viol.	191	10	300	335	940	3	50	258	2880	480
„ 25.	—	—	—	—	300	396	—	—	50	295	2880	480
„ 26.	22792	fast nur viol.	432	16	300	467	435	0	50	350	2880	480
„ 27.	—	—	—	—	300	588	—	—	50	397	2880	480
„ 28.	60000	fast nur viol.	93	10	300	700	272	0	50	490	2880	480
„ 29.	—	—	—	—	300	834	—	—	50	600	2880	480
„ 30.	24560	fast nur viol.	265	37	300	968	370	3	50	720	2880	480
„ 31.	—	—	—	—	300	1060	—	—	50	810	2880	480
Aug. 1.	30620	fast nur viol.	104	7	300	1060	280	8	50	968	2880	480
„ 2.	gereinigt				300	—	—	—	50	1060	—	480
Sa. (vom ganzen Monat)				345				37			74880	13920

Tabelle IIb. (Hygienisches Institut.)

1889	Unfiltrirtes Wasser, Keime in 1 ccm		Filtrirtes Wasser aus Filter *A*, Keime in 1 ccm		Filtrirtes Wasser aus Filter *A*, stündl. Filtr.-Geschw.	Filtrirtes Wasser aus Filter *A*, verbrauchter Druck	Filtrirtes Wasser aus Filter *B*, Keime in 1 ccm		Filtrirtes Wasser aus Filter *B*, stündl. Filtr.-Geschw.	Filtrirtes Wasser aus Filter *B*, verbrauchter Druck	Täglich abfiltrirte Wassermenge, Liter	
	insgesammt	davon viol.	insgesammt	davon viol.	mm	mm	insgesammt	davon viol.	mm	mm	*A*	*B*
Juli 5.	—	—	—	—	300	180	—	—	50	37	2880	480
„ 6.	—	—	620	60	300	135	580	61	50	32	2880	480
„ 7.	—	—	320	80	300	211	240	40	50	44	2880	480
„ 8.	unzählige	unzählige	420	40	300	344	?	28	50	59	2880	480
„ 9.	„	„	130	18	300	402	110	4	50	57	2880	480
„ 10.	„	„	270	30	300	588	16	10	50	59	2880	480
„ 11.	„	„	110	1	300	710	48	5	50	60	2880	480
„ 12.	„	„	156	21	300	1048	92	1	50	63	2880	480
„ 13.	gereinigt				300	124	130	0	50	63	—	480
„ 14.	unzählige	unzählige	1390	130	300	212	26	0	50	65	2880	480
„ 15.	„	„	240	50	300	340	14	0	50	64	2880	480
„ 16.	„	„	460	90	300	400	14	2	50	78	2880	480
„ 17.	„	„	520	60	300	584	13	3	50	89	2880	480
„ 18.	„	„	420	26	300	787	129	3	50	102	2880	480
„ 19.	„	„	320	40	300	840	286	2	50	120	2880	480
„ 20.	„	„	160	28	300	1048	31	3	50	178	2880	480
„ 21.	gereinigt			112	300	—	114	1	50	210	—	480
„ 22.	unzählige	unzählige	560	116	300	126	230	1	50	224	2880	480
„ 23.	„	„	220	40	300	198	116	1	50	236	2880	480
„ 24.	„	„	160	26	300	335	230	2	50	258	2880	480
„ 25.	„	„	110	22	300	396	61	2	50	295	2880	480
„ 26.	„	„	210	15	300	467	260	1	50	350	2880	480
„ 27.	„	„	62	8	300	588	220	1	50	397	2880	480
„ 28.	„	„	96	12	300	700	210	1	50	490	2880	480
„ 29.	„	„	31	5	300	834	60	4	50	600	2880	480
„ 30.	„	„	110	4	300	968	43	14	50	720	2880	480
„ 31.	„	„	90	15	300	1060	96	21	50	810	2880	480
Aug. 1.	„	„	90	6	300	1060	107	20	50	968	2880	480
„ 2.	gereinigt			6	300	—	—	34	50	1060	—	480
Sa. (vom ganzen Monat)				1061				265			74880	13920

Tabelle III a. (Wasserwerke.)

1889	Unfiltrirtes Wasser: 1 ccm enthielt entwickelungsfähige Keime (insges. / viol. / typh. / chol. / anthr.)	Filtrirtes Wasser aus Filter *A*: 1 ccm enthielt entwickelungsfähige Keime				Filter *A*: stündl. Filtr.-Geschw.	Filter *A*: verbrauchter Druck	Filtrirtes Wasser aus Filter *B*: 1 ccm enthielt entwickelungsfähige Keime				Filter *B*: stündl. Filtr.-Geschw.	Filter *B*: verbrauchter Druck	Täglich abfiltrirte Wassermenge Liter		Bemerkungen
		insges.	viol.	typh.	chol.	mm	mm	insges.	viol.	typh.	chol.	mm	mm	*A*	*B*	
Aug. 13.	Platten noch vor deutlicher Entwickelung des violetten und der pathogenen Mikroorganismen verlaufen. Gesammtzahl nach ungefährer Schätzung meist weit über 100,000	—	—	—	—	300	140	—	—	—	—	50	34	2880	480	Pro Tag ca. 500 ccm Bouillon in Portionen von je 125 ccm in das Mischgefäss aufgegeben; zur Speisung der Filter unfiltrirtes Spreewasser verwendet.
„ 14.		—	—	—	—	300	147	—	—	—	—	50	35	2880	480	
„ 15.		6612	30	12	fraglich	300	179	?	5	6	3	50	37	2880	480	
„ 16.		—	—	—	—	300	210	—	—	—	—	50	42	2880	480	
„ 17.		520	26	17	10	300	245	912	6	2	2	50	43	2880	480	
„ 18.		—	—	—	—	300	300	—	—	—	—	50	47	2880	480	
„ 19.		1413	19	12	vorhanden; Zahl nicht festzustellen	300	360	166	2	1	fragl.	50	53	2880	480	
„ 20.		—	—	—	—	300	425	—	—	—	—	50	68	2880	480	
„ 21.		617	17	28	5	300	505	123	1	1	2	50	74	2880	480	
„ 22.		225	10	38	8	300	638	140	1	fragl.	1	50	79	2880	480	
„ 23.		—	2	16	3	300	806	77	0	0	0	50	87	2880	480	
„ 24.		1722	0	18	fraglich	300	973	100	2	12	fragl.	50	105	2880	480	
„ 25.	Summa		104	141	26				17	22	8	50	130	34560	480	
„ 26.	Platten schon nach 2 bis 3 Tagen total verflüssigt. Gesammtmenge der Mikroorganismen mindestens 5 mal grösser als in der Zeit vom 15.—24. Aug.	—	—	—	—	25	25	—	—	—	—	50	175	240	480	
„ 27.		470	0	0	0	25	27	480	3	6	5	50	236	240	480	
„ 28.		—	—	—	—	25	45	—	—	—	—	50	367	240	480	
„ 29.			alles verlaufen			25	90	2408	0	0	0	50	508	240	480	
„ 30.		—	—	—	—	25	115	—	—	—	—	50	610	240	480	
„ 31.			alles verlaufen			25	122		alles verlaufen			50	635	240	480	
Sept. 1.		—	—	—	—	25	133	—	—	—	—	50	740	240	480	
„ 2.		3329	0	0	?	25	135	2618	0	0	mehrere	50	867	240	480	
„ 3.		—	—	—	—	25	148	—	—	—	—	50	1008	240	480	
„ 4.		?	2	nicht sicher festzustellen		25	170	?	3	4	3	50	1008	240	480	
„ 5.		—	—	—	—	25	178	—	—	—	—	50	—	240	480	
	Summa	nicht festzustellen												2460	11520	

Tabelle III b. (Hygienisches Institut.)

1889	Unfiltrirtes Wasser: 1 ccm enthielt entwickelungsfähige Keime: insges.	viol.	typh.	chol.	anthr.	Filtr. Wasser aus Filter A: 1 ccm enthielt entwickelungsfähige Keime: insges.	viol.	typh	chol.	stündl. Filtr.-Geschw.	verbrauchter Druck	Filtr. Wasser aus Filter B: 1 ccm enthielt entwickelungsfähige Keime: insges.	viol.	typh.	chol.	stündl. Filtr.-Geschw.	verbrauchter Druck	Täglich abfiltrirte Wassermenge Liter: A	B	Bemerkungen
										mm	mm					mm	mm			
Aug. 13.	Ueber 100,000					220	—	—	—	300	140	—	—	—	—	50	34	2880	480	
„ 14.						3500	58	9	14	300	147	420	4	—	—	50	35	2880	480	
„ 15.						1120	60	9	—	300	179	190	5	4	—	50	37	2880	480	
„ 16.						430	8	3	1	300	210	92	10	1	—	50	42	2880	480	
„ 17.						290	38	14	18	300	245	220	1	3	2	50	43	2880	480	
„ 18.						480	50	15	9	300	300	43	6	—	—	50	47	2880	480	
„ 19.						110	22	14	56	300	360	63	1	3	—	50	53	2880	480	
„ 20.						120	20	14	12	300	425	42	0	4	—	50	68	2880	480	
„ 21.						620	16	58	6	300	505	92	0	0	—	50	74	2880	480	
„ 22.						290	8	10	2	300	638	102	0	1	—	50	79	2880	480	
„ 23.						210	6	4	6	300	806	43	3	0	1	50	87	2880	480	
„ 24.						1300	2	4	—	300	973	100	1	1	—	50	105	2890	480	Filt. A gereinigt. Filter B arbeitet ohne Unterbrechung weiter.
„ 25.	Summa						288	154	124				31	17	3	50	130	34560	480	
„ 26.	Schnell verflüssigt; Reincultur eines grauen Bacillus					—	—	—	—	25	25		11	—	—	50	175	240	480	
„ 27.						300	1	3	—	25	27	430	4	2	—	50	236	240	480	
„ 28.						220	2	1	3	25	45	142	1	0	0	50	367	240	480	
„ 29.						230	2	1	5	25	90	196	4	2	—	50	568	240	480	
„ 30.						1200	0	0	0	25	115	230	0	3	0	50	610	240	480	
„ 31.						1190	0	0	0	25	122	296	4	0	2	50	635	240	480	
Sept. 1.						1490	0	0	0	25	133	416	10	2	1	50	740	240	480	
„ 2.						1200	0	0	0	25	135	642	10	4	0	50	867	240	480	
„ 3.						130	2	3	0	25	148	160	4	3	0	50	1008	240	480	
„ 4.						160	1	0	3	25	170	42	16	4	5	50	1008	240	480	
„ 5.						—	—	—	—	25	178	40	2	2	0	50	—	240	480	Filter A und B abgestellt.
	Summa						8	8	11				66	22	8			2640	11520	

1889	Unfiltrirtes Wasser: 1 ccm enthielt entwickelungsfähige Keime					Filtrirtes Wasser aus Filter A: 1 ccm enthielt entwickelungsfähige Keime				Filter A: stündl. Filtr.-Geschw.	Filter A: verbrauchter Druck	Filtrirtes Wasser aus Filter B: 1 ccm enthielt entwickelungsfähige Keime				Filter B: stündl. Filtr.-Geschw.	Filter B: verbrauchter Druck	Täglich abfiltrirte Wassermenge Liter	
	insgesammt	viol.	typh.	chol.	anthr.	insges.	viol.	typh.	chol.	mm	mm	insges.	viol.	typh.	chol.	mm	mm	A	B
Sept. 6.	—	—	—	—	—	gereinigt und angefüllt				—	—	gereinigt und angefüllt				—	—	—	—
„ 9.	—	—	—	—	—	(330)	(0)	(2)	(0)	—	—	(616)	(0)	(0)	(3)	—	—	gespült	
„ 12.	—	—	—	—	—	(130)	(0)	(0)	(0)	—	—	(161)	(0)	(0)	(0)	—	—	—	—
„ 15.	28800	?	?	?	0	75	0	0	0	25	41	31	0	0	0	50	56	240	480
„ 16.	3080	?	30	zahlreich	0	35	0	0	1	25	43	118	0	3	1	50	60	240	480
„ 17.	14490	80	160	„	0	19	0	0	0	25	57	71	0	1	3	50	78	240	480
„ 18.	5620	?	55	„	0	31	0	0	0	25	74	202	0	1	0	50	100	240	480
„ 19.	5000	?	—	„	0	32	0	0	1	25	77	119	0	1	0	50	100	240	480
„ 20.	5291	155	—	„	0	108	0	0	2	25	78	117	1	0	1	50	102	240	480
„ 21.	18000	1380	20	„	0	60	0	1	2	25	78	66	1	0	4	50	102	240	480
„ 22.	2460	40	21	„	0	33	0	1	0	25	78	89	0	0	0	50	103	240	480
„ 23.	19315	1430	150	„	0	144	0	1	0	25	78	113	1	0	4	50	103	240	480
„ 24.	38050	3330	65	„	0	34	0	2	1	25	79	118	1	3	2	50	104	240	480
„ 25.	19700	1324	100	1000	0	88	0	0	1	25	79	296	1	2	3	50	104	240	480
„ 26.	19400	1870	180	1200	0	73	0	1	1	25	79	453	5	10	16	50	105	240	480
„ 27.	65200	800	450	zahlr.	0	147	0	1	1	25	79	680	4	9	6	50	105	240	480
„ 28.	117000	1400	200	„	0	53	0	3	0	25	79	219	2	8	4	50	107	240	480
„ 29.	139130	550	300	„	0	381	0	0	0	25	79	167	2	5	3	50	108	240	480
„ 30.	101200	1900	400	„	0	57	0	1	0	25	80	180	3	2	1	50	110	240	480
Oct. 1.	44500	10400	473	„	0	49	0	0	0	25	81	125	2	2	1	50	110	240	480
„ 2.	55000	2450	376	„	0	20	0	1	0	25	83	194	2	6	2	50	111	240	480
„ 3.	30150	1050	450	800	0	55	1	1	1	25	84	150	1	2	2	50	111	240	480
„ 4.	53200	600	650	200	0	68	1	2	0	25	84	93	0	0	0	50	113	240	480
„ 5.	50500	1113	700	zahlr.	0	49	1	0	0	25	85	102	2	1	1	50	113	240	480
„ 6.	53200	725	330	400	0	310	0	0	0	25	85	154	1	2	8	50	114	240	480
„ 7.	29200	2700	200	zahlr.	0	42	0	0	0	25	86	128	20	12	12	50	115	240	480
„ 9.	42800	9100	?	?	0	91	0	0	0	25	87	110	12	10	9	50	116	240	480
„ 11.	69300	6025	500	400	0	237	5	0	0	25	88	158	9	13	10	50	117	240	480
„ 13.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	90	—	—	—	—	50	119	240	480
	1029586	48422	5810	4000		2291	8	15	11			4253	70	93	93			6240	12480
Red.-V.						1:450	1:6000					1:240	1:700						

Erläuterung zu Tafel I.

Die rothen Ziffern bedeuten die Berliner Standesamtsbezirke, deren officielle, im Communalblatt der Stadt Berlin veröffentlichte Listen der hier durch verschiedene Tönung bezeichneten Abgrenzung der Stadttheile zu Grunde gelegen haben. Die Bezirke mit hohen Zahlen sind roth, die mit mittleren röthlich, die fast völlig oder völlig verschont gebliebenen weiss gehalten.

[Aus dem hygienischen Institut der Universität Berlin.]

Zur Kenntniss der Anaëroben.

Von

S. Kitasato und **Th. Weyl.**

Die günstige Wirkung, welche nach Liborius[1] ein Zusatz von Zucker zu Bouillon und Gelatine auf das Wachsthum der Anaëroben ausübt, erklärt sich wohl am einfachsten durch die Thatsache, dass Zucker in alkalischer Lösung reducirende Kraft besitzt und durch diese Fähigkeit den Sauerstoff der Atmosphäre an sich zu reissen und bis zu einem gewissen Grade unschädlich zu machen im Stande ist.

Gäbe es nun eine Substanz, welche zugleich stärker reducirend wirkte als der Zucker, zugleich aber das Wachsthum der Anaëroben nicht beeinträchtigte, so wäre gefunden, was wir suchten: eine Methode zur Züchtung der Anaëroben im offenen Gefäss und auf flüssigem Nährboden.

Wir haben unser Ziel bisher zwar nicht erreicht, auf unserem Wege jedoch einige Thatsachen ermittelt, deren Mittheilung uns gerechtfertigt erscheint.

Die Stoffe, welche wir den Nährböden in der bezeichneten Absicht zufügten, lassen sich in zwei Gruppen ordnen.

In **Gruppe I** gehören Substanzen, welche in alkalischer Lösung stark Sauerstoff absorbiren oder reducirend wirken. Von anorganischen Stoffen dieser Reihe haben wir nur das Hydroxylaminchlorhydrat $NH_2(OH)HCl$ studirt. Ein Zusatz von nur 0·05 Procent dieses Salzes zu Agar genügte, um das Wachsthum der Bacillen von Tetanus, Rauschbrand und malignem Oedem zu verhindern (siehe Tabelle).

---

[1] *Diese Zeitschrift.* 1886. Bd. I. S. 168. — Vielleicht spielt hierbei auch noch der Zucker als Nahrungsmittel eine Rolle.

Bekanntlich ist das Hydroxylaminsalz auch für höhere Thiere und Pflanzen längst als Gift erkannt.[1]

Unter den organischen Stoffen haben wir die folgenden ausgewählt:

a) Phenole, und zwar die drei Dioxybenzole (o-, m- und p-): Brenzcatechin, Resorcin und Hydrochinon, ferner ein Trioxyphenol $C_6H_4 \begin{matrix} OH\ (1) \\ OH\ (2) \\ OH\ (3) \end{matrix}$, das Pyrogallol.

Von diesen hat Brenzcatechin, dem Agar zu 0·1 Procent zugesetzt, auf die drei genannten Anaëroben sicher einen wachsthumsbegünstigenden Einfluss. Wir würden sogar den Zusatz von Brenzcatechin zu jeder der genannten Culturen vorgeschlagen haben, wenn wir nicht bessere Mittel kennen gelernt hätten. — Die giftigeren Eigenschaften des o-Dioxybenzols (Brenzcatechins) vor den Körpern der Meta- und Parareihe machten sich auch in unseren Versuchen fühlbar.[2]

b) Ein Amidophenol, das Eikonogen, welches das Natriumsalz einer Amido-Naphtol-Monosulfosäure $C_{10}H_5 \begin{matrix} OH \\ NH_2 \\ SO_3Na \end{matrix}$ darstellt und beim photographischen Processe als „Entwickler" viel benutzt wird. Dieser Körper wirkt schon bei Zusatz von 0·1 Procent zum Agar entwickelungsbegünstigend.

c) Das salzsaure Phenylhydrazin $NH_2—NH(C_6H_5)HCl$ erwies sich schon in Dosen von 0·05 Procent zum Agar gesetzt als wachsthumsschädigend für Tetanus, Rauschbrand und malignes Oedem. Auch auf höhere Organismen wirkt das Hydrazin bekanntlich in hohem Maasse giftig.

d) Chinon $C_6H_4\langle{}^{O}_{O}\rangle$ verflüchtigt sich theilweise bei der Sterilisation des Agars. Tetanus und Rauschbrand scheinen gegen diesen Körper unempfindlicher zu sein als malignes Oedem. Vielleicht wirkte das Chinon in unseren Versuchen zuerst durch seinen Uebergang in Hydrochinon:

---

[1] Nach Bertoni u. Raimondi, *Berichte d. deutsch. chem. Gesellschaft*, 1882, Bd. XV, S. 2272, tödten 0·15—0·2 Hydrox. einen mittelgrossen Hund bei intravenöser Injection unter Entstehung von Methämoglobin. — Nach V. Meyer u. E. Schulze. *Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft*, 1884, Bd. XVII, S. 1554, sterben Keimpflänzchen von Mais und Gerste, denen der Stickstoff als Hydroxylamin zugeführt wurde, schnell ab.

[2] Siehe Brieger's Versuche über Einfluss der Dihydroxylbenzole auf Eiweissfäulniss, Buttersäure und Alkoholgährung. Dieselben stammen aus der Zeit vor den Reinculturen. du Bois' *Archiv*. Suppl. 1879. S. 65.

also oxydirend, indem es sich mit dem von den Mikroorganismen etwa entbundenen Wasserstoff[1] verband.

$$C_6H_4\langle{}^{O}_{O}\rangle + H_2 = C_6H_4{}^{OH\ (1)}_{OH\ (4)}.$$

Das entstandene Hydrochinon könnte dann weiterhin wie die anderen Phenole sauerstoffaufspeichernd: also reducirend wirken.

e) Aldehyde: Acetaldehyd $CH_3C\langle{}^{O}_{H}$, Benzaldehyd $C_6H_5C\langle{}^{O}_{H}$ und ameisensaures Natron HCOONa, welches sich bekanntlich wie ein Aldehyd verhält. Von den drei Stoffen erwiesen sich die beiden ersten für unsere Anaëroben stark giftig. Es ist dies einigermassen auffallend, da Benzaldehyd nach Beilstein[2] nicht giftig sein soll. Vielleicht wirkt die Benzoësäure, die aus dem Benzaldehyd während der Bebrütung ja leicht entstanden sein kann, entwickelungshemmend. Doch haben wir eigene Versuche hierüber nicht angestellt. Der Acetaldehyd wird von höheren Thieren in Dosen von mehreren Grammen ohne Störung vertragen. In unseren Versuchen hat daher vielleicht das Oxydationsproduct desselben, die Essigsäure, schädigend eingewirkt.

Es ist selbstverständlich, dass der Agar mit dem Benzaldehyd oder Acetaldehyd nicht gekocht werden konnte.

Das ameisensaure Natron dagegen leistet, wie aus der Tabelle hervorgeht, so vortreffliche Dienste beim Cultiviren von Tetanus, Rauschbrand und malignem Oedem, dass wir seine Anwendung für diesen Zweck auf's Wärmste empfehlen können. Agar mit 0·3 bis 0·5 Procent ameisensaurem Natrium versetzt, bleibt durchsichtig und klar. Es beschleunigt und begünstigt das Wachsthum der genannten und wahrscheinlich vieler anderer Anaëroben. Man kann derartigen Agar vorräthig herstellen und so oft als nöthig sterilisiren. Das abgewogene, feste Salz wird dem fertigen noch flüssigen Agar zugefügt.[3]

Die meisten Culturen, welche wir mit den bisher erwähnten Stoffen herstellten, zeigen ein auffallendes Merkmal. In jedem Culturglas sind nämlich die obersten, der Atmosphäre nächsten Schichten durch ein

---

[1] Ueber diesen Punkt stellen wir z. Z. Versuche an.

[2] *Handbuch.* Bd. III. S. 2. (2. Aufl.)

[3] Culturversuche unter Zusatz von Anthrarobin mussten leider abgebrochen werden, da sich dieser Körper in Agar nur schwierig löst und sich leicht klumpig zusammenballt. Das Anthrarobin ist ein Desoxyalizarin, welches sich wegen seines leichten Ueberganges in Alizarin zu unseren Versuchen gut geeignet hätte.

$$C_6H_4\langle{}^{C(OH)}_{CH}\rangle C_6H_2(OH)_2 + O_2 = C_6H_4\langle{}^{CO}_{CO}\rangle C_6H_2(OH)_2 + H_2O.$$

Desoxyalizarin. Alizarin.

dunkelbraunes, häufig fast schwarzes Band von den tieferen Schichten abgegrenzt und ausgezeichnet.[1] Bis zum Beginn dieser gefärbten Zone wachsen die Colonieen, im Inneren derselben hört jedes Wachsthum auf. Die Erklärung des Phänomens macht keine Schwierigkeit. Die Färbung ist durch Sauerstoffabsorption bedingt. Wo diese beendet ist, können die Anaëroben leben. Und so bildet eine derartige Cultur ein lohnendes Demonstrationsobject für das Anaëroben-Wachsthum.

In die **Gruppe II** gehört nur ein einziger Stoff: das indigosulfosaure Natron. Ein Agar-Gläschen, welches mit 0·1 Procent indigosulfosauren Natrons versetzt wurde, ist vor der Beimpfung und noch ca. 12 Stunden nach derselben undurchsichtig blauschwarz. Mit zunehmendem Wachsthum färben sich die untersten Schichten zuerst grünlich. diese Farbe verbreitet sich auch in die oberen Schichten. Allmählich tritt die Stichcultur in aller Deutlichkeit hervor und zwar hat der vorher dunkelblaue, dann grünliche Agar seine ursprüngliche Farbe — ein schwaches Gelb oder Braun — wiedergewonnen. In allen Fällen bleibt aber die oberste Schicht, und zwar in einer Breite von 2^{cm} schön indigoblau gefärbt, so dass eine mit unserem Reagens hergestellte, gut gelungene Stichcultur von Tetanus, Rauschbrand und malignem Oedem einen wirklich schönen Anblick gewährt.

Die Erklärung dieses Processes dürfte die folgende sein.

Durch die reducirenden Eigenschaften der genannten Mikroorganismen wird die Indigblau-Sulfosäure in Indigweiss-Sulfosäure verwandelt.

$$C_6H_4\left\langle{NH \atop CO}\right\rangle C{=}C\left\langle{NH \atop CO}\right\rangle C_6H_4 + H_2$$

Indigblau

$$= C_6H_4\left\langle{N \atop C(OH)}\right\rangle CH{-}CH\left\langle{N \atop C(OH)}\right\rangle C_6H_4$$

Indigweiss.

Es tritt also Entfärbung ein. Kommt nun Sauerstoff mit dem Reductionsproduct in Berührung, so findet Oxydation, also Regeneration von Indigblau statt.

An der Oberfläche des Agars überwiegt der Oxydationsprocess, oder es hat überhaupt keine Reduction stattgefunden. In den tieferen Schichten dagegen treten überwiegend Reductionsprocesse auf: die Schicht bleibt also farblos.

Aber auch die farblosen Schichten färben sich schnell wieder blau, sobald die Luft ungehinderten Zutritt gewinnt, sei es, dass man das Gläschen zerbricht, sei es, dass man den Agar mit einem Glasrohre durchbohrt.

---

[1] Die mit ameisensaurem Natron hergestellten Culturen zeigen dies dunkle Band nicht.

Durch diesen einfachen Versuch ist zugleich die Erklärung, welche wir oben für die Entfärbung der anfänglich blauen Schichten gaben, als richtig erwiesen worden.

Neben dem ameisensauren Natron (s. o.) hat uns das indigosulfosaure Salz vortreffliche Dienste geleistet. Agar, welcher 0·1 Procent desselben enthält, ist ein so günstiger Nährboden für unsere Anaëroben, dass wir die Benutzung desselben nur dringend empfehlen können.

Worauf die Wachsthumsbegünstigung durch das Salz beruht: ob allein durch Herstellung des sauerstofffreien Nährbodens oder ob etwa Indigweisssulfosäure ein den Anaëroben besonders zusagender Nährstoff ist, dürfte sich nicht leicht entscheiden lassen.

Da die Entfärbung der Indigblausulfosäure stets dann als Reductionsprocess wird angesehen werden müssen, wenn die entfärbte Schicht durch Oxydation wieder gebläut wird, werden wir die Entfärbung der blauen Agarschicht durch Tetanus, Rauschbrand und malignes Oedem mit absoluter Sicherheit als den Ausdruck einer durch genannte Organismen hervorgerufenen Reduction ansprechen dürfen.[1]

Da es nun aber in jedem einzelnen Falle leicht sein wird, festzustellen, ob sich die entfärbte Schicht durch Oxydation (Luftzutritt) wieder bläut, ist das indigosulfosaure Natrium ein unfehlbares Mittel zur Feststellung von Reductionsprocessen in Culturen von Mikroorganismen.[2]

Und so hat denn unser Reagens eine doppelte Bedeutung: eine technische, indem dasselbe die Cultur gewisser Anaëroben erleichtert, und eine biologische, indem es die sichere Erkennung von Reductionsprocessen ermöglicht.[3]

---

[1] Es muss daran erinnert werden, dass eine Entfärbung einer Indigolösung auch durch Oxydation eintreten kann. Hierauf beruht z. B. die Anwendung der Indigosolution zum Nachweis und Bestimmung der Salpetersäure. In diesen Fällen entsteht aus Indigoblau zunächst das farblose Isatin, welches aber durch Reduction nicht wieder in Indigoblau verwandelt werden kann. Die Feststellung, ob im einzelnen Falle ein farbloses Reductions- oder Oxydationsproduct des Indigo vorliegt, macht also keine Schwierigkeiten.

[2] Während des Druckes erfahren wir, dass Spina (*Centralbl. f. Bacteriol.* 1887, S. 71) indigschwefelsaures Natron zur Demonstration der reducirenden Wirkung des faulenden Blutes und eines auf Kartoffeln zufällig gefangenen Bacillus benutzte. Die Entfärbung der Lackmuslösung im fest verschlossenen Gefässe beruht gleichfalls auf einem durch Mikroorganismen (? Anaëroben) verursachtem Reductionsprocess, wie R. Dubois (*Bull. de la soc. chim. de Paris*, Bd. 49, p. 963. Siehe *Ber. der deutsch. chem. Ges.*, 1888, Bd. XXIII, S. 802c) bewies. Vgl. auch Behring, *diese Zeitschrift*, Bd. VII, S. 177, und die dort angegebene Litteratur.

[3] Der Sicherheit wegen sei noch hinzugefügt, dass die Indigblausulfosäure durchaus kein Reagens auf Wasserstoff ist. Nur durch sogenannten nascirenden Wasserstoff wird dasselbe entfärbt, während ein Strom von freiem Wasserstoffgas durch die blaue Lösung beliebige Zeit ungestraft geleitet werden darf.

Tabelle I.

Versuche an Anaëroben.

Nährboden: Agar, Schicht von 5 bis 8^{cm} Höhe.

	Proc.	Tetanus	Rauschbrand	Malign. Oedem
Hydroxylaminchlorhydrat	0·05	—	—	—
	0·1	—	—	—
Brenzcatechin	0·1	+ sehr gut	+ sehr gut	+ sehr gut
	0·2	+	+ spärlich	+ sehr spärlich
	0·3	+ spärlich	—	—
	0·5	—	—	—
Resorcin	0·05	+	+	+
	0·1	+ sehr gut	+ gut. Keine Gasbildung	+ sehr gut
	0·3	+	+ spärlich	+ spärlich
	0·5	—	—	—
Hydrochinon	0·1	+ sehr gut	+ sehr gut	+
	0·3	+	+	+
	0·5	+ spärlich	+ spärlich	—
	1·0	—	—	—
Pyrogallol	0·05	+	+	+
	0·1	+ sehr gut	+ sehr gut	+ sehr gut
	0·3	+	+	+
	0·5	+	—	—
	1·0	—	—	—
Phenylhydrazinchlorhydrat	0·05	—	—	—
	0·1	—	—	—
Chinon	0·05	+	+	+
	0·1	+	+	?
	0·2	+	+	—
	0·3	—	—	—
Acetaldehyd [1]	0·05	+ spärlich	—	—
	0·1	—	—	—
Benzaldehyd [1]	0·05	+	+	—
	0·1	+ sehr spärlich	—	—
	0·15	—	—	—
Ameisensaures Natrium	0·1	+	+	+
	0·2	+	+	+
	0·3	+	+	+
	0·5	+ sehr gut	+ sehr gut	+ sehr gut. Viel Gasblasen
	1·0	+ sehr gut	+ sehr gut	+ do. do.
	3·0	+ spärlicher	+ sehr gut. Wenig Gas	+ spärlich
	5·0	—	—	—

[1] Die Zahlen bedeuten Cubikcentimeter in je 100^{grm} Agar.

(Fortsetzung.)

	Proc.	Tetanus	Rauschbrand	Malign. Oedem
Eikonogen	0·1 0·3 0·5 1·0	+ sehr kräftig + + spärlich —	+ kräftig + + spärlich —	+ kräftig + + spärlich —
Indigschwefels. Natrium	0·05 0·1 0·3 0·5	+ + + sehr reichlich + spärlich	+ + + sehr reichlich + spärlich	+ + reichlich + spärl. n. 3 Tag. —

Anhang.

Einige Versuche mit Aëroben.

Unsere Versuche mit Cholera, Thyphus und Milzbrand zeigen, dass diese Organismen in hohen Agarschichten, welche mit den für Anaëroben günstig wirkenden Mengen von Chinon, Brenzcatechin, ameisensaurem Natrium und indigosulfosaurem Natrium versetzt werden, zwar spärlich wachsen, aber nicht getödtet werden. Cholera, Typhus und Milzbrand sind also gegen die gleichen Dosen Brenzcatechin u. s. w. etwas empfindlicher als Tetanus, Rauschbrand und malignes Oedem.

Tabelle II.

Versuche an Aëroben.

Nährboden: Agarschicht von 5 bis 8^{cm} Höhe.

	Proc.	Cholera	Typhus	Milzbrand
Chinon	0·05 0·1 0·2	+ + spärlich —	+ + spärlich —	— ? — —
Indigschwefels. Natrium	0·1 0·3 0·5	+ + —	+ + —	+ + —
Brenzcatechin	0·1 0·2	+ spärlich —	+ sehr gut + gut	+ spärlich —
Ameisensaures Natrium	0·1 0·2 0·5 1·0 3·0 5·0	+ + + + + spärlich —	+ + + + + spärlich —	+ + + + + spärlich —

In einer Erde, welche reichlich Keime von Aëroben und Anaëroben enthielt, wurden die ersteren durch längere Einwirkung von Brenzcatechinlösungen verschiedener Concentration nicht abgetödtet.

Die mit Indigblau-Sulfosäure versetzten Agargläschen wurden durch Cholera nur in geringem, durch Typhus in kaum nachweisbarem Umfange entfärbt. Milzbrand rief dagegen keine Entfärbung hervor.

[Aus dem hygienischen Institut der Universität Berlin.]

Untersuchungen über die Brauchbarkeit der „Filtres sans pression, Système Chamberland-Pasteur“.

Von

Dr. **Kübler,**
Assistenzarzt I. Cl. im Oldenburgischen Dragoner-Regiment Nr. 19.

Da die grossen Sandfilter der Wasserleitungen fast vollkommen keimfreies Wasser liefern, wird an alle diejenigen kleineren, zum Hausgebrauch bestimmten Filtereinrichtungen, welche in directen Zusammenhang mit einer Leitung gebracht werden können und nach Oeffnen des Leitungshahnes unter dem im Röhrensystem herrschenden Druck filtriren, nur die Anforderung zu stellen sein, dass sie das bereits gereinigte Wasser noch von etwaigen, in den Röhren hinzugetretenen gröberen Verunreinigungen und Färbungen befreien. Grössere Leistungen sind aber von solchen Filtern zu fordern, welche dazu bestimmt sind, an Orten, wo Wasserleitungen nicht existiren oder keimfreies Grundwasser nicht zur Verfügung steht, die grossen Sandfilter zu ersetzen. Ein solches Filter kann seinen Zweck nur dann erfüllen, wenn es im Stande ist, keimfreies Wasser zu liefern.

Die mannigfachen Gefahren, welche der Gebrauch ungereinigten oder verunreinigten Wassers zum Trinken, Waschen u. s. w. für die Gesundheit einschliesst, ist in der letzten Zeit mehr und mehr erkannt worden. Das Bedürfniss, auch dort, wo keine grossen Sandfilter vorhanden sind. z. B. auf Reisen oder bei Truppenmärschen, gesundes, gereinigtes Trinkwasser zu haben, ist immer allgemeiner geworden. Doch bemühte sich die Technik bisher vergeblich, diese Aufgabe zu lösen; einerseits gelang es niemals, keimfreies Filtrat zu erhalten, andererseits verlief die Filtration ohne den Druck der Wasserleitung meist so langsam, dass die gelieferte Wassermenge sehr gering war.

Vor einigen Jahren wurde jedoch von Chamberland und Pasteur ein Filter angegeben, das, ohne den Druck der Wasserleitung arbeitend, reichliche Quantitäten bacterienfreien Wassers zu schaffen im Stande sein soll und dem Vernehmen nach in Frankreich und Belgien bereits grosse Verbreitung gefunden hat. Dasselbe besteht aus mehreren kerzenförmigen, von gebranntem Kaolin gefertigten Röhren, welche unten geschlossen sind und oben durch Kautschukröhren mit einem quer verlaufenden Sammelrohr in Verbindung stehen. Das Sammelrohr besitzt auf der den Filterkerzen abgewandten Seite eine Ausflussöffnung, an welcher ein zum Ableiten des Filtrats bestimmter, ca. 2 ^{m} langer Gummischlauch befestigt ist. Im Verlaufe des letzteren wird unweit des eigentlichen Filterapparates ein etwa 15 ^{cm} langes und 3 bis 4 ^{cm} breites Glasrohr eingeschaltet. Um das Filter arbeiten zu lassen, versenkt man die Kerzen in ein mit Wasser gefülltes und etwa $1^1/_2$ ^{m} über dem Erdboden befindliches Gefäss, so dass das Sammelrohr nach oben steht; denn füllt man das in den ableitenden Schlauch eingeschaltete Glasrohr mit abgekochtem Wasser und stellt unter den bis zum Erdboden herabreichenden Schlauch ein Gefäss zum Aufsaugen des Filtrates. Das im Glasrohr befindliche Wasser fliesst vermöge seiner Schwere auf den Boden ab und schafft dadurch im Sammelrohr einen luftverdünnten Raum, so dass das zu filtrirende Wasser durch die Poren der Kaolinmasse angesaugt wird. In wenigen Minuten beginnt die Filtration.

Vor einiger Zeit unterzog Herr Johnstone aus Sidney das Chamberland-Pasteur'sche Filter unter Leitung des Herrn C. Fränkel im Hygienischen Institut zu Berlin Untersuchungen auf seine Zweckmässigkeit. Johnston's Versuche, welche leider vorzeitig unterbrochen werden mussten und daher zu keinem abschliessenden Resultate führten, waren immerhin geeignet, den Glauben an die Wirksamkeit des Filters etwas zu erschüttern. Einer Anregung des Herrn Dr. C. Fränkel folgend, entschloss ich mich daher, diese Experimente wieder aufzunehmen.

Meine Versuche bezogen sich in erster Linie darauf, zu prüfen, ob das Filter in der That bacterienfreies Wasser liefert. Das Wasser, welches zur Filtration benutzt wurde, war der Berliner Wasserleitung entnommen; die verhältnissmässig geringe Anzahl der anfänglich darin enthaltenen Bacterien vergrösserte sich beim Stehen im Reservoir sehr rasch, so dass die Zahl der aus den gleichzeitig mit dem Filtrat entnommenen Proben unfiltrirten Wassers stammenden Colonieen stets erheblich war. Der bei den Versuchen verwandte Apparat, welcher direct aus Paris von der Centralstelle für den Vertrieb der Chamberland-Pasteur'schen Filter bezogen war, enthielt drei Kerzen und wurde vor jedem Gebrauch sammt allen Schläuchen eine Stunde lang im Dampfkochtopf sterilisirt. Die

übrige Anordnung der Versuche, welche im Laufe der Zeit einige Modificationen erfuhr, ist in den vier angeschlossenen Tabellen, welche gleichzeitig die Resultate zur Darstellung bringen, angegeben.

Tabelle I: Anfänglich fehlte das eingeschaltete breite Glasrohr; der Gummischlauch mündete in ein gläsernes Endstück, welches durch einen Korken in eine vorher sterilisirte Sammelflasche führte; ein zweites, durch denselben Korken geführtes und rechtwinkelig gebogenes Glasrohr diente zum Ansaugen des Filtrats, welches hier mit dem Munde geschah. Nachdem der Apparat etwa eine Stunde gearbeitet hatte, wurde die Filtration durch Einlegung eines Quetschhahnes in den Schlauch unterbrochen und das Filtrat zur Prüfung direct aus dem Glasendstück des Schlauches in die Gelatineröhre abgelassen, deren Inhalt dann sofort zu Platten ausgegossen wurde.

Tabelle II: Gegen diese Versuchsanordnung drängten sich Bedenken auf, da einmal das Ansaugen mit dem Munde Schwierigkeiten machte, ferner Verunreinigungen bei Entnahme des Filtrats möglich waren, endlich auch die Unterbrechung in der Thätigkeit des Apparats keinen genauen Schluss über die Zeitdauer zuliess, in welcher derselbe bacterienfreies Wasser lieferte. Deshalb änderte ich später den Versuch dahin, dass ich den ganzen, vorher durch Quetschhahn unten verschlossenen Schlauch mit sterilisirtem Wasser füllte, auf die Ausflussöffnung des Sammelrohres aufsetzte, dann durch Entfernung des Quetschhahnes öffnete und somit das Ansaugen durch eine Wassersäule bewirkte. Ich liess den Apparat continuirlich wirken und unterbrach dessen Thätigkeit nur bei Entnahme der Filtratproben. Zu letzterem Zwecke war im Ableitungsschlauch nahe der Sammelflasche ein kleines Glasrohr eingeschaltet, aus dem ich nach Abziehen des unteren Schlauchstückes das Filtrat abtropfen liess, wobei Verunreinigungen der Ausflussöffnung durch Berührung vollkommen vermieden werden konnten. Nach Entnahme der Probe wurde der Schlauch wieder über das Glasrohr geschoben und dann meist von Neuem mit sterilisirtem Wasser gefüllt, um die während der Filtrirperiode verminderte Saugkraft zu verstärken.

Tabelle III: Die Beobachtung, dass die täglich durch das Filter gelieferte Wassermenge während des Versuches beständig abnahm, führte mich dazu, die Aussenseite der Kerzen alle Tage durch gründliches Ausbürsten von der Bacterienschlammschicht zu reinigen, welche sich während des Filtervorganges darauf absetzte und die Poren verschloss.

Tabelle IV: Endlich wurden die Versuche genau nach der angegebenen Vorschrift gemacht. Das zu filtrirende Wasser wurde täglich nach gründlicher Reinigung des Reservoirs erneuert, damit nicht durch

Vermehrung der darin enthaltenen Bacterien ein Uebergehen der letzteren in das Filterrohr begünstigt würde. Als Sammelgefäss wurde eine Flasche mit einem nahe dem Boden befindlichen Tubus gewählt, in welcher sich bis zur Höhe desselben Sublimatlösung befand, so dass eine Verunreinigung des im Schlauche befindlichen Filtrats durch Bacterien, welche etwa aus der Sammelflasche stammend nach aufwärts in den Schlauch übergingen, gänzlich ausgeschlossen war.

Meine Versuche, welche in grosser Anzahl nach den geschilderten Verfahren angestellt wurden, hatten bei jeder Anordnungsweise fast durchgängig die gleichen Resultate. Einige und zwar durchschnittlich drei Tage hinter einander erhielt ich steriles Filtrat, gleichgültig, ob die Filtration ununterbrochen fortlief, oder wie in den durch Tabelle I charakterisirten Versuchen nur täglich eine Stunde dauerte. Dann erschienen auf der Platte einzelne Colonieen, später immer mehrere; nach etwa 8 Tagen erreichte oder überwog die Menge der im Filtrat vorhandenen Bacterien diejenige im unfiltrirten Wasser. Bemerkenswerth war hierbei noch, dass anfänglich auf der Platte stets der verflüssigende, bewegliche, fluorescirende Wasserbacillus erschien, während dann zwei Tage später die verschiedenartigsten Bacterien sich einstellten.

Nach diesen Resultaten scheint es, dass die Bacterien während der Filtration nicht eigentlich mit dem Wasser in das Filtrat übergehen, sondern allmählich durch die Poren des Kaolins hindurchwachsen, eine Annahme, die dadurch noch an Wahrscheinlichkeit gewinnt, dass die Bacterienart, welche stets zuerst im Filtrat erschien, der ungemein bewegliche und vermehrungsfähige fluorescirende Wasserbacillus war. Die Annahme würde zur Gewissheit erhoben werden, wenn unter Ausschluss eines Wachsthums der im unfiltrirten Wasser befindlichen Bacterien z. B. durch Abkühlung dieses Wassers auf nahezu 0° das Filtrat ständig steril bliebe. Diesen Versuch habe ich indessen leider nicht mehr ausführen können, da ich durch äussere Umstände gezwungen wurde, meine Untersuchungen abzubrechen.

Nach meinen Versuchen liefert demnach das Chamberland-Pasteur'sche Filter trotz aller die Verunreinigung ausschliessenden Vorsichtsmassregeln nur eine verhältnissmässig kurze Zeit, nämlich höchstens vier Tage, steriles Wasser.

Es wäre nun weiterhin festzustellen gewesen, ob alle Bacterienarten, also auch die pathogenen, das Filter zu passiren vermögen. Leider verhinderten mich die erwähnten Verhältnisse, diese Prüfung vorzunehmen. Uebrigens dürften Versuche in dieser Hinsicht nicht unerheblichen Schwierigkeiten begegnen, da einerseits das ganze Reservoir nebst

Wasser vor Aufnahme der pathogenen Bacterien sterilisirt werden müsste, andererseits die betreffenden Mikroorganismen, wie z. B. Typhus- oder Cholerabacterien gewöhnlich im Wasserleitungswasser, aber auch im sterilisirten Wasser meist schnell zu Grunde gehen.

Jedenfalls halte ich es für nicht erwiesen und nach Analogie mit dem durch meine Versuche festgestellten Verhalten einer grossen Menge von Wasserbacterien dem Filter gegenüber auch nicht für wahrscheinlich, dass der Apparat die Garantie eines infectionsfreien Filtrats giebt. Wenn es fernerhin anerkennenswerth ist, dass das Filter alle andereren kleinen Anlagen dieser Art übertrifft, indem es wenigstens eine gewisse Zeit hindurch steriles Wasser liefert, so muss andererseits betont werden, dass dieser verhältnissmässig günstige Erfolg in meinen Versuchen nur durch die allerpeinlichste, im gewöhnlichen Haushalt unmögliche Sterilisation und Sauberkeit erzielt wurde.

Für den Haushalt oder die Wasserversorgung grösserer Menschenmengen, wie z. B. der Truppen, sind die Filter aber auch aus dem Grunde ungeeignet, weil die gelieferte Wassermenge zu gering ist. Das in meinen Versuchen benutzte, aus drei Kerzen bestehende Filter lieferte bei genauer Befolgung der Anordnungen der Erfinder allerdings in den ersten Stunden der Benutzung gewöhnlich 2 Liter Wasser pro Stunde, so dass ein Filter von 30 Kerzen demnach 20 Liter geliefert haben würde; indessen verminderte sich die Wassermenge in den folgenden Stunden sehr schnell, um allmählich so gering zu werden, dass die Durchschnittsmenge pro Stunde nur 200—700 ^{ccm}, also für 30 Kerzen höchstens 7 Liter betrug. Der Grund dafür lag darin, dass sich bald auf der Filteroberfläche eine Schlammschicht bildete, welche die Poren verstopfte, und dass dann die Saugkraft der Wassersäule zum Ansaugen des Filtrats nicht mehr in der Weise ausreichte, wie zuerst, zumal zwischen dem eingeschalteten Saugglasrohr und dem Sammelrohr bezw. den Kerzenhöhlungen stets eine Menge Luft blieb, die zu entfernen nie vollkommen gelang. Freilich trat nach Beseitigung der Schlammschicht durch Abbürsten und nach Neufüllung des Saugrohres jedesmal sofort eine erhebliche Beschleunigung der Filtration ein, indessen ist dies Verfahren umständlich und mit der Gefahr einer Verunreinigung des Filtrats, welche bei jedem Auseinandernehmen des Apparats leicht eintreten kann, verbunden.

Kurz gefasst würden die Folgerungen aus den Resultaten meiner Versuche lauten:

1. Das Chamberland-Pasteur'sche „Filtre sans pression“ ist vom theoretischen Standpunkte aus als unzureichend zu bezeichnen, da seine Möglichkeit, steriles Filtrat zu liefern, zeitlich eng begrenzt ist.

2. Dasselbe empfiehlt sich vom praktischen Standpunkte aus nicht zur Anwendung, da eine nur einigermassen genügende Wassermenge aus ihm nur durch häufig wiederholte, umständliche und die Gefahr der Verunreinigung bedingende Vorrichtungen erhalten werden kann.

Tabelle I.

Datum	Dauer der Filtration in Stunden	Menge des Filtrats in Ccm.	Anzahl der Bacterien in ½ ccm unfiltrirten Wassers	Anzahl der Bacterien in ½ ccm des Filtrats	Bemerkungen
8./2.	1	550	8080	0	Filtration nicht continuirlich. Ansaugen mit dem Munde. Proben aus dem unteren Ende d. Schlauches entnommen.
9./2.	½	200	6930	0	
11./2.	¾	150	63360	0	
12./2.	5	950	∞	0	
13./2.	5	900	∞	12	
14./2.	4	750	∞	360	
15./2.	3¼	600	∞	1846	
16./2.	19 Stunden 35 Minuten	3500 250	∞	∞	
Summa 8 Tage	35 Stunden	7100 p. Std. 203	4 Tage steriles Filtrat. Nach 8 Tagen unendl. viel Bacter. im Filtrat		

Tabelle II.

Datum	Dauer der Filtration in Stunden	Menge des Filtrats in Ccm.	Anzahl der Bacterien in 3 Tropfen unfiltrirten Wassers	Anzahl der Bacterien in 3 Tropfen des Filtrats	Bemerkungen
5./3.	2½	2850	190	0	Continuirliche Filtration. Ansaugen durch Wassersäule. Proben aus einem eingeschalteten Glasstück entnommen.
6./3.	21	11000	1344	0	
7./3.	19	7000	6048	0	
8./3.	24	11500	18900	11	
9./3.	23	7500	∞	88	
10./3.	19	5500	∞	110	
11./3.	22	6500	∞	462	
12./3.	24	6000	∞	∞	
Summa 8 Tage	172½	57850 p. St. 335·5	3 Tage steriles Filtrat. Nach 8 Tagen unendl. viel Bacter. im Filtrat		

Tabelle III.

Datum	Dauer der Filtration in Stunden	Menge des Filtrats in Ccm.	Anzahl der Bacterien in 3 Tropfen unfiltrirten Wassers	Anzahl der Bacterien in 3 Tropfen des Filtrats	Bemerkungen
21./3.	23	16000	1890	0	Continuirliche Laufzeit. Ansaugen durch Wassersäule. Proben aus einem eingeschalteten Glasstück entnommen. Tägliches Ausbürsten der Filteroberfläche.
22./3.	22	16000	∞	13	
23./3.	20	20000	∞	35	
24./3.	20	14000	∞	49	
25./3.	23	16000	∞	44	
26./3.	28	17000	∞	420	
27./3.	22	13000	∞	3080	
28./3.	20	12500	∞	∞	
Summa 8 Tage	178	124500 p. Std. 700	1 Tag steriles Filtrat. Nach 8 Tagen unendl. viel Bacter. im Filtrat		

Tabelle IV.

Datum	Dauer der Filtration in Stunden	Menge des Filtrats in Ccm.	Anzahl der Bacterien in 3 Tropfen unfiltrirten Wassers	Anzahl der Bacterien in 3 Tropfen des Filtrats	Bemerkungen
10./8.	22	10000	6930	0	Continuirliche Filtration. Ansaugen durch eingeschaltetes breites Glassaugrohr. Proben aus einem eingeschalteten Glasstück entnommen. Täglich Erneuerung des Wassers im Reservoir und Ausbürsten der Filteroberfläche. Heisse Jahreszeit.
11./8.	24	11000	5280	0	
12./8.	22	7000	5670	0	
13./8.	24	6000	8400	12	
14./8.	22	7500	6000	1370	
15./8.	20	6000	∞	∞	
Summa 6 Tage	134	47500 durchschnittlich p. Std. 355	3 Tage steriles Filtrat. Nach 6 Tagen unendl. viel Bacter. im Filtrat.		

[Aus dem hygienischen Institut der Universität Berlin.]

Ueber das Wachsthum des Rauschbrandbacillus in festen Nährsubstraten.

Nachtrag zu der Abhandlung: „Ueber den Rauschbrandbacillus und sein Culturverfahren."[1]

Von

Dr. med. S. Kitasato
aus Tokio.

(Hierzu Taf. III.)

Wie ich in meiner früheren Publication über den Rauschbrandbacillus mitgetheilt habe, konnte ich denselben bis dahin noch nicht in festen Nährböden cultiviren. Es ist mir jetzt gelungen, diese Aufgabe zu lösen.

Ein Meerschweinchen wurde mit einer Bouilloncultur von Rauschbrandbacillen geimpft und ging nach 30 Stunden daran zu Grunde. Es wurde etwas von der bacillenhaltigen blutig-serösen Flüssigkeit in platte Glasgefässe mit neutralem Agar-Nährboden gebracht, gemischt und einem Strom von Wasserstoffgas ausgesetzt. Nach Verschluss dieser Gefässe wuchsen im Brütschrank nach 24 Stunden Colonieen, welche unregelmässige Kugeln mit leicht warziger Oberfläche bildeten. Nach Aufbrechen des Gefässes wurden vermittelst einer Platinnadel von einer derartigen Colonie in frischem Agar in hoher Schicht Stichculturen angelegt. Mikroskopisch erwiesen sich die Bacterien als kurze Stäbchen mit abgerundeten Enden. Die Stichculturen waren bei Brüttemperatur nach 24 Stunden, ein Finger breit von der Oberfläche des Agar freilassend, bis zum Boden des Glases unter Gasbildung ziemlich gut gewachsen. Nach zwei Tagen wurden von einer Cultur Deckglaspräparate angefertigt und mikroskopisch

[1] *Diese Zeitschrift.* Bd. VI. S. 105–116.

untersucht. Es waren dieselben Bacillen, welche auf Platten unter Wasserstoff sich entwickelt hatten; hier und da zeigten sich schon glänzende, ovale Körperchen (Sporen). Drei Meerschweinchen wurden mit dieser Cultur subcutan geimpft und starben nach 30 bis 40 Stunden sämmtlich an typischem Rauschbrand, d. h. unter Gasbildung im Unterhautbindegewebe; ausserdem waren Muskeln und Bindegewebe durchtränkt mit reichlicher, blutig-seröser Flüssigkeit, die Muskeln schwärzlich verfärbt. die Lymphdrüsen stark hyperämisch; in der blutig-serösen Flüssigkeit und in den Muskeln fanden sich reichliche Mengen der oben genannten Bacillen. Zwei Meerschweinchen wurden dann mit Stückchen Fleisch von diesen Thieren weiter geimpft und gingen wieder unter denselben Erscheinungen zu Grunde.

Die Bacillen wurden in fortlaufenden Culturen fortgezüchtet, ohne dabei ihre Virulenz zu verlieren. Hiernach bleibt es mir allerdings vorläufig noch unverständlich, warum es mir früher nicht gelungen war, den Rauschbrandbacillus in festen Nährböden zu züchten. Die in der angegebenen Weise erhaltenen Culturen wachsen sowohl in Gelatine wie in Agar, sowohl bei neutraler als auch bei schwach alkalischer Reaction.

Verhalten der Culturen.

Wie schon erwähnt, sind die Rauschbrandbacillen obligat anaërobe Bacterien, und zwar sind sie unter den drei bisher bekannten pathogenen Arten, d. h. den Tetanus-, malignen Oedem- und Rauschbrandbacillen. die strengsten Anaëroben. Sie wachsen auf gewöhnlichen Platten gar nicht, wohl aber auf Platten im geschlossenen Raume unter Wasserstoff. nicht unter Kohlensäure. In Stichculturen beginnt das Wachsthum ein bis zwei Finger breit unter der Oberfläche der Nährgelatine bezw. -Agar.

Die Rauschbrandbacillen gedeihen schneller und kräftiger, wenn man zu gewöhnlichem Agar resp. Gelatine 1·5 bis 2 Procent Traubenzucker oder 4 bis 5 Procent Glycerin oder eine bestimmte Menge von stark reducirenden Substanzen, wie indigschwefelsaurem Natrium, ameisensaurem Natrium. Brenzkatechin, Hydrochinon, Resorcin, Eikonogen u. s. w. zusetzt, worüber an anderer Stelle von Hrn. Th. Weyl und mir gemeinschaftlich ausführlichere Mittheilungen gemacht worden sind.[1]

Die Rauschbrandbacillen behalten in festen Nährböden fortdauernd ihre Virulenz, was bei der Cultur in Meerschweinchenbouillon nicht der Fall war.

[1] Zur Kenntniss der Anaëroben. Dieses Heft. S. 41—47.

Aussehen der Colonieen.

Die einzelnen Colonieen, in geschlossenen Gefässen[1] in Gelatine unter Wasserstoff gewachsen, bilden zuerst unregelmässige Kugeln mit leicht warziger Oberfläche. Im nächsten Stadium verflüssigen sie die Umgebung, in welche die Fäden strahlenartig hineinwachsen, so dass bei durchfallendem Lichte ein dunkles Centrum mit unregelmässiger Oberfläche von einem Strahlenkranze umgeben erscheint (s. Fig. 1).

In der Stichcultur in hoher Schicht von Nährgelatine fangen die Rauschbrandbacillen an, bei Zimmertemperatur von 20 bis 25° nach zwei bis drei Tagen ein bis zwei Finger breit unter der Oberfläche der Gelatine durch den Stichcanal nach unten hin zu wachsen, verflüssigen langsam die Gelatine unter Gasbildung und kommen bei den alten Culturen fast bis zur Oberfläche der Gelatine empor, so dass bei den Stichculturen der Rauschbrandbacillen nichts Charakteristisches zu bemerken ist (s. Fig. 2).

In der Agarstichcultur bei Brüttemperatur fangen sie nach 24 bis 48 Stunden einen Finger breit unter der Oberfläche unter Gasbildung an zu wachsen und liefern einen eigenthümlich säuerlichen, penetranten Geruch. Die Sporen bilden sich hier schon nach 30 Stunden.

Temperaturverhältnisse.

Die Rauschbrandbacillen gedeihen am besten bei Brüttemperatur von 36 bis 38° C. Sie können aber auch bei Zimmertemperatur von 16 bis 18° langsam wachsen; unter 14° kommt kein Wachsthum mehr vor. Die Bacillen bilden in den Culturen bei Brüttemperatur rasch Sporen, während bei Zimmertemperatur die Sporenbildung erst später auftritt.

Mikroskopische Untersuchung der Rauschbrandbacillen.

Die Bacillen bleiben in der Gelatinecultur bei Zimmertemperatur meist einzeln als gerade Stäbchen mit abgerundeten Enden (s. Fig. 3). Im Brütapparate in der Agarcultur bilden sie rasch Sporen; die Sporen sind oval, an der einen Längsseite etwas abgeflacht, dicker als der Bacillenfaden und liegen nahezu in der Mitte des Bacillus, doch dem einen Ende desselben ein wenig genähert, so dass der Bacillus im sporenhaltigen Zustande spindelförmig aussieht (s. Fig. 4).

Beweglichkeit der Bacillen. Die Rauschbrandbacillen besitzen eine deutliche Eigenbewegung. Sporenhaltige Bacillen sind aber unbeweglich.

---

[1] Die Beschreibung eines solchen Gefässes siehe *diese Zeitschrift*, Bd. VII, S. 227: Ueber den Tetanusbacillus.

Färbungsverfahren. Die Rauschbrandbacillen färben sich mit den gebräuchlichen Anilinfarben gleich gut, dagegen nehmen ihre ovalen, echten Sporen die gewöhnlichen Farbstoffe nicht an. Die sporenhaltigen Bacillen lassen sich dann sehr gut doppelt färben, wenn man sie erst nach Ziehl und dann mit Methylenblaulösung behandelt; Gram'sche Doppelfärbung ist nicht anwendbar.

Lebensdauer der Sporen.

Sporenhaltige Culturen oder Fleisch, welche man an Seidenfäden angetrocknet und dann einige Tage lang im Exsiccator über Schwefelsäure, später an gewöhnlicher Luft aufbewahrt hat, sind mehrere Monate lang wirksam; ebenso lange Zeit bewahrt Rauschbrandfleisch seine Wirksamkeit, wenn es als dickes Stück getrocknet ist, eben weil sich Sporen darin bildeten, bevor es in seiner ganzen Dicke vollständig austrocknen konnte.

Widerstandsfähigkeit der Sporen gegen Hitze und Chemikalien.

Die Rauschbrandsporen sind gegen Hitze ziemlich widerstandsfähig: eine Stunde lang auf 80° erhitzt, behalten sie noch ihre Virulenz, dagegen werden sie bei 100° im Dampfapparate innerhalb fünf Minuten getödtet.

Fünfprocentige Carbolsäure tödtet die Sporen erst nach zehn Stunden, während die sporenfreien Bacillen binnen drei bis fünf Minuten darin schon zu Grunde gehen; in einer einpromilligen Sublimatlösung werden die Sporen schon nach zwei Stunden vernichtet. Wenn man zu Carbol- bezw. Sublimatlösung Salzsäure zusetzt, so tritt die Wirkung viel schneller ein.

Bemerkt sei hier, was ich in meiner früheren Mittheilung bereits erwähnt habe, dass es mir fraglich zu sein scheine, ob die Rauschbrandbacillen schon im lebenden Thierkörper Sporen bilden und ob die im Bacillus enthaltenen unregelmässigen, glänzenden Körperchen, welche besser gefärbt werden können als der Bacillus selbst, wirklich Sporen bezw. Dauerformen seien. Jetzt hat es sich nun herausgestellt, dass diese leicht färbbaren, glänzenden Körperchen weder Sporen noch Dauerformen sind.

Die echten Rauschbrandsporen (Dauerformen) bilden sich erst dann im Thierkörper, wenn das Thier bereits gestorben ist und danach 24 bis 48 Stunden verlaufen sind.

Wenn man die blutig-seröse Flüssigkeit oder den Muskelsaft eines Rauschbrandthieres entweder vor oder gleich nach dem Tode mikroskopisch untersucht, so findet man die auf gewöhnliche Weise nicht färbbaren, ovalen Körperchen im Bacillus nicht; wenn das Thier aber 24 bis 48 Stunden nach dem Tode untersucht wird, so sind schon in vielen Bacillen jene nach Ziehl färbbaren, ovalen Körperchen vorhanden.

Ich habe ferner theils gleich nach dem Tode des Thieres, theils 30 bis 48 Stunden später Seidenfäden mit Muskelsaft imprägnirt und trocknen lassen. Nach einem Monate wurden je drei Meerschweinchen mit diesen beiden Arten von Seidenfäden geimpft; es starben diejenigen Meerschweinchen, welche mit den Seidenfäden behandelt waren, die 30 bis 48 Stunden nach dem Tode des eingegangenen Thieres imprägnirt worden waren, und zwar starben sie nach 48 Stunden am typischen Rauschbrand, während diejenigen, welche mit den gleich nach dem Tode präparirten Seidenfäden behandelt wurden, alle am Leben blieben. Die letzteren Seidenfäden erwiesen sich bei wiederholten Versuchen stets als unwirksam, während die ersteren nach mehreren Monaten noch immer ihre Virulenz behielten.

Ferner habe ich Stückchen Fleisch theils gleich nach dem Tode (sporenfrei), theils nach zwei Tagen (sporenhaltig) aus dem Cadaver eines an Rauschbrand gestorbenen Thieres in kleine Stückchen geschnitten, in Reagensgläser gethan, mit etwas Wasser gemischt und dann in's Wasserbad, welches vorher auf 65° C. erwärmt war, 20 Minuten lang gebracht. Mit diesem Materiale wurden wiederum je drei Meerschweinchen geeimpft. Die Resultate waren genau ebenso wie bei den Seidenfäden, d. h. das gleich nach dem Tode erhitzte Fleisch war unwirksam, während das nach zwei Tagen präparirte Material die sämmtlichen Versuchsthiere durch Rauschbrand tödtete.

Hieraus kann man folgende Schlüsse ziehen:

1. Die im Rauschbrandbacillus enthaltenen, durch die gewöhnlichen Methoden leicht färbbaren, glänzenden, unregelmässigen Körperchen sind weder Sporen noch irgend welche Dauerformen, wie Metschnikoff angiebt.

2. Die Sporen der Rauschbrandbacillen bilden sich erst dann im Thierkörper, wenn einige Zeit nach dem Tode des Thieres verstrichen ist; sie entstehen auch in festen Nährböden oder in gekochten Kartoffelschichten. Die Form der Rauschbrandsporen ist stets oval.

3. Die Sporen lassen sich erst dann färben, wenn man sie nach Ziehl behandelt; dagegen können sie nach Gram nicht gefärbt werden.

Ich glaube, diese Mittheilungen werden genügen, um das kritische Referat des Hrn. Metschnikoff[1] über die Sporenbildung der Rauschbrandbacillen im lebenden Thierkörper, welches er meiner früheren Mittheilung gegenüber gegeben hat, richtig zu stellen.

Thierversuche mit der Reincultur der Rauschbrandbacillen, welche in festen Nährböden gewachsen sind.

Die Meerschweinchen, welche mit einem Stückchen Agarcultur von Rauschbrandbacillen subcutan geimpft werden, erkranken nach 20 Stunden regelmässig an Rauschbrand und gehen nach 30 bis 48 Stunden daran zu Grunde. Die pathologischen Erscheinungen sind ganz genau dieselben, wie ich sie schon oft erwähnt habe. Ferner verlieren die in festen Nährböden gewachsenen Culturen nach weiteren Generationen ihre Virulenz nicht.

Auf Wunsch des Hrn. Metschnikoff[2] erwähne ich diesmal den Versuch von Roux;[3] nach ihm sollen diejenigen Meerschweinchen, welche gegen den Rauschbrand immun gemacht worden waren, auch gegen das maligne Oedem geschützt sein. Ich bedaure, dass meine wiederholten Versuche mit den Resultaten des Hrn. Roux nicht übereinstimmen. Es wurden nämlich im Ganzen zwanzig Meerschweinchen mit abgeschwächten, unwirksamen Rauschbrandculturen behandelt, sie überstanden die Impfung; nach zwei Wochen wurden die sämmtlichen Meerschweinchen wiederum mit virulenten Rauschbrandculturen geimpft, keines derselben ist an Rauschbrand gestorben, d. h. alle blieben am Leben, während drei zur Controle mit denselben virulenten Culturen geimpfte Meerschweinchen sämmtlich am typischen Rauschbrand starben; nun wurden diese gegen Rauschbrand immunisirten Meerschweinchen nach ein bis zwei Wochen mit den Culturen der malignen Oedembacillen behandelt und gingen nach 24 bis 40 Stunden ausnahmslos an Oedem zu Grunde. Die Meerschweinchen, welche also für Rauschbrand refractär waren, starben an malignem Oedem ebenso gut, wie die Meerschweinchen, welche gegen den Rauschbrand nicht immunisirt worden waren.

---

[1] *Annales de l'institut Pasteur.* 1889. Nr. 6.

[2] A. a. O.

[3] E. Roux, Immunité contre le charbon symptomatique conférée par des substances solubles. *Annales de l'institut Pasteur.* 1888. Nr. 2.

Die Abbildungen hat Hr. Prof. Dr. Doenitz gezeichnet, wofür ich ihm meinen besten Dank hier ausspreche; ferner habe ich Hrn. Prof. Dr. Kitt in München für die liebenswürdige Ueberlassung des Fleisches von an Rauschbrand gestorbenen Rindvieh bestens zu danken.

Erklärung der Abbildungen.

(Tafel III.)

Fig. 1. Colonie der Rauschbrandbacillen in Nährgelatine; 8 Tage alt, bei Zimmertemperatur von 18—20° C.

Fig. 2. Stichcultur der Rauschbrandbacillen in Nährgelatine; 10 Tage alt, bei Zimmertemperatur von 18—20° C.

Fig. 3. Rauschbrandbacillen aus einer Gelatinecultur; sporenfreie Stäbchen.

Fig. 4. Rauschbrandbacillen aus einer Agarcultur; sporentragende Stäbchen.

Berichtigung.

Durch einen bösen Zufall ist gerade der wichtigste Theil meiner Arbeit: „Die negative Indolreaction der Typhusbacillen im Gegensatz zu anderen ähnlichen Bacillenarten" (*diese Zeitschrift*, Bd. VII, S. 515—520) durch einige Druckfehler arg entstellt. Ich bringe denselben deshalb corrigirt hier nochmals zum Abdruck:

Das Verfahren ist folgendes (S. 518):

Man setzt zu 10 ccm peptonhaltiger alkalischer Bouilloncultur der zu untersuchenden Bacterien, welche 24 Stunden lang bei Brüttemperatur gestanden hat, 1 ccm einer Lösung von reinem Kaliumnitrit, die 0·02 in 100 ccm enthält und dann einige Tropfen concentrirter Schwefelsäure zu, so tritt bei Gegenwart des Indols rosa- oder tiefrothe Färbung ein.

An den beiden übrigen Stellen (S. 518, Zeile 19 v. o. und S. 519, Zeile 7 v. o.) ist die entsprechende Verbesserung anzubringen.

[Aus dem hygienischen Institut der Universität Berlin.]

Ueber die desinficirende Eigenschaft des Chlorkalks.

Von

Dr. med. **Franz Nissen.**

In der grundlegenden Arbeit Koch's (1) „Ueber Desinfection" ist zum ersten Mal eine kurze bacteriologische Prüfung der desinficirenden Eigenschaft des Chlorkalks vorgenommen worden, welche ergab, dass Milzbrandsporen, an Seidenfäden getrocknet, nach fünftägiger Einwirkung einer 5 procentigen Chlorkalklösung abgetödtet waren; nach ein- oder zweitägigem Aufenthalt in dieser Lösung trat keine Vernichtung, wohl aber eine Verminderung der Wachsthumsenergie ein. Sternberg (2) hingegen fand, dass schon eine 1 procentige filtrirte Chlorkalklösung im Stande war, innerhalb 1 bis 2 Minuten Milzbrandsporen zu vernichten. In jüngster Zeit hat Jaeger (3) im Kaiserlichen Gesundheitsamt unter Anderem auch Desinfectionsversuche mit Chlorkalk angestellt, welche daraufhin abzielten, für die Desinfection von Thierställen eine geeignete experimentelle Grundlage zu schaffen. Bei der Anordnung der Versuche sollten die Verhältnisse, wie sie sich in der Praxis gestalten, thunlichst berücksichtigt werden.

Wie dort viele der zu desinficirenden Gegenstände nur abgewaschen, bestrichen oder getüncht werden können, so sollte auch im Versuche das Object nur kurze Zeit durch die Desinfectionsflüssigkeit befeuchtet, letztere aber andererseits durch Abspülen am Fortwirken nicht gehindert werden, sondern auf dem Object allmählich eintrocknen. Seidenfäden, mit pathogenen Bacterien imprägnirt, wurden theils in noch feuchtem, theils in trocknem Zustande eine Minute lang in die Desinfectionsflüssigkeit getaucht, vor Verunreinigung geschützt bis zum anderen Tage aufbewahrt und dann den Versuchsthieren unter die Haut gebracht. Auch in diesen Versuchen zeigte sich der Chlorkalk als ein sehr wirksames Desinficiens.

Bei der Verschiedenheit der Versuchsresultate schien eine erneute Untersuchung des Chlorkalks nöthig, welche ich auf Anregung und unter Leitung des Hrn. Geheimrath Dr. Koch ausführte.

Der Chlorkalk besteht aus Calciumhydroxyd ($Ca(OH)_2$), Calciumchlorid ($CaCl_2$) und Calciumhypochlorit ($Ca(ClO)_2$).

Mit Wasser lässt er sich zu einem Brei verrühren; in Lösung gehen wesentlich Calciumchlorid und Calciumhypochlorit. An der Luft zersetzt er sich, indem das Kohlendioxyd der Luft unterchlorige Säure frei macht. Deshalb ist der Gehalt des Chlorkalks an unterchloriger Säure sehr wechselnd.

Das zu unseren Versuchen benutzte Präparat wurde aus verschiedenen Apotheken und Droguenhandlungen bezogen und möglichst aus den tiefsten, von der Luft am weitesten entfernten Theilen der Gefässe genommen. Meistentheils wurde der Gehalt an unterchloriger Säure titimetrisch bestimmt.

Der Gehalt unserer Flüssigkeiten an Chlorkalk bewegte sich von 5 Procent abwärts; dieselben wurden theils filtrirt, theils unfiltrirt verwandt.

I. Versuche über die bacterienvernichtende „desinficirende“ Eigenschaft des Chlorkalks.

A Mit Reinculturen von Bacillus Typhi abdominalis, Cholerae asiat. Anthracis, Staphylococcus pyogenes aureus, Streptococcus Erisypelatis.

Die Culturen dieser Mikroorganismen, welche in alkalischer, 1 Procent Pepton, 0·5 Procent Kochsalz enthaltender Rindsbouillon angelegt waren (nur zu den Versuchen mit Milzbrandbacillen wurden meistens frische Aufschwemmungen einer frischen Milzbrandmilz genommen), wurden theils unverdünnt, theils mit dem 4- bis 5fachen Volumen sterilisirten destillirten Wassers versetzt angewandt; eine bestimmte Menge der Cultur wurde mit der gleichen Menge der betreffenden Chlorkalkflüssigkeit gemischt (so dass also der Chlorkalkgehalt dieses Gemisches gerade die Hälfte von dem Procentgehalt der angewandten Chlorkalkflüssigkeit betrug), tüchtig umgeschüttelt und nach verschiedenen Zeiten, gewöhnlich nach 1, 5, 10, 15, 20 Minuten u. s. w. je eine Platinöse in ein etwa 5 ^{ccm} Nährbouillon enthaltendes Gläschen übertragen.

Zur Controle, ob einerseits die zum Versuch angewandte Reincultur entwickelungsfähig war, ob andererseits der in die Bouillon mit übertragene Chlorkalk entwickelungshemmend oder gar noch vernichtend wirken konnte, wurde je eine Platinöse der angewandten Cultur und Chlorkalk-

flüssigkeit derselben Bouillon zugesetzt. Derartige Controlproben wurden selten einfach, meistens zweifach angestellt.

Nimmt man die Bouilloncultur unverdünnt, so entsteht beim Zusatz der filtrirten oder unfiltrirten Chlorkalkflüssigkeit ein voluminöser Niederschlag. Derselbe kann natürlich durch Einschluss der suspendirten Keime den Zutritt der gelösten Bestandtheile erschweren und damit eine Verzögerung der Wirkung herbeiführen. Verdünnt man die Bouilloncultur, so ist der entstehende Niederschlag ganz gering; daher eignen sich verdünnte Culturen besser, wenn man isolirt das Verhalten von Bacterium zur Chlorkalkflüssigkeit feststellen will.

Betrachten wir nun die auf die ersten Versuchsreihen bezüglichen Tabellen, so ergiebt sich:

Typhusbacillen sind, gleichgültig ob man filtrirte oder nicht filtrirte Chlorkalkflüssigkeit nimmt, wenn der Procentgehalt in der Bouillon nicht unter 0·12 herabgeht, mit Sicherheit nach 5 Minuten vernichtet, bei höherem Procentgehalt tritt die totale Vernichtung schon nach 1 Min. ein.

Cholerabacillen haben bei einem Chlorkalkgehalt von 0·12 Procent meistens schon nach 1 Minute, immer nach 5 Minuten ihre Entwickelungsfähigkeit eingebüsst. Liborius (5) giebt für die Vernichtung von Typhus- und Cholerabacillen in 15fach mit destillirtem Wasser verdünnten Bouillonculturen einen Aetzkalkgehalt von 0·0074 bezw. 0·0246 Proc. an, Kitasato in nicht verdünnten Culturen einen Gehalt von 0·0966 bezw. 0·1 an; die letzteren Zahlen stehen den unserigen ziemlich nahe.

Nur in einem Punkt unterscheidet sich die Wirkung des Aetzkalks von der des Chlorkalks, nämlich in der zur Desinfection nothwendigen Zeit. Hier genügen wenige Minuten, dort sind eine oder mehrere Stunden nothwendig.

Milzbrandbacillen, einer frischen Mäusemilzbrandmilz oder einer 6 bis 8 Stunden alten, nach dem mikroskopischen Ausweis sporenfreien Bouilloncultur entstammend, sind bei einem Procentgehalt von 0·1 nach einer Minute vollständig vernichtet.

Staphylococcus pyogenes aureus und Streptococcus Erisypelatis sind nach einer Minute langem Aufenthalt in einer 0·2 Proc. Chlorkalk enthaltenden Bouillon nicht mehr wachsthumsfähig.

B. Versuche mit Milzbrandsporen.

Da der Chlorkalk eine so energische desinficirende Wirkung vegetativen Formen pathogener Bacterien gegenüber zeigte, schien es geeignet, dieselbe auch an den widerstandsfähigsten Lebensformen der Bacterien, den Sporen, zu prüfen.

Bei Desinfectionsversuchen benutzt man gewöhnlich die an wider-

standsfähigen Sporen reiche Gartenerde und die Milzbrandsporen, an Seidenfäden getrocknet.

Wenn man den Grad der desinficirenden Kraft eines Mittels feststellen will, muss man es natürlich mit anderen hinsichtlich der Wirkung auf ein und dasselbe Testobject vergleichen. Früher hatte man nun die Milzbrandsporen als ein Testobject von ganz bestimmter, nur in ganz geringen Grenzen schwankender Widerstandsfähigkeit angenommen. Seitdem aber v. Esmarch (6) gezeigt hat, dass Milzbrandsporen verschiedener Provenienz ganz verschiedene, in weiten Grenzen sich bewegende Widerstandsfähigkeit bei Einwirkung strömenden Dampfes oder 5procentiger Carbolsäurelösung zeigen, eine Eigenschaft, welche bei Züchtung und Durchführung durch den thierischen Organismus erhalten bleibt, so ist es nothwendig, zuerst die Widerstandsfähigkeit der zu benutzenden Milzbrandsporen an einem unserer bekannten Desinfectionsmittel zu prüfen.

Unsere Milzbrandsporen — an Seidenfäden im Exsiccator über Schwefelsäure getrocknet — gehörten zu den weniger widerstandsfähigen; nach 3 Minuten langem Aufenthalt im strömenden Dampf und nach eine Minute langer Einwirkung salzsauren Sublimats (1 Theil Sublimat, 5 Theile Salzsäure, 1000 Theile destillirtes Wasser) waren sie vollkommen vernichtet. Leider gelang es mir nicht, in den Besitz von stark widerstandsfähigen Milzbrandsporen zu kommen.[1]

Die Versuche wurden nun derartig angestellt, dass die Sporenfäden verschieden lange Zeit in den Chlorkalkflüssigkeiten, welche theils filtrirt, theils unfiltrirt benutzt wurden, liegen blieben, dann herausgenommen, mit sterilisirtem destillirten Wasser sorgfältig abgespült, in Nährbouillon übertragen und in einen auf 35° C. eingestellten Thermostaten gebracht wurden; am folgenden oder nächstfolgenden Tage wurde nachgesehen, ob ein Auswachsen der Sporen stattgefunden hatte. Die Wachsthumsfähigkeit der Sporen wurde durch gewöhnlich zwei Controlproben festgestellt.

Betrachten wir die ziemlich zahlreichen Versuche mit Milzbrandsporen, so ist es auffallend, dass die Zeit, innerhalb welcher die Vernichtung eintritt, in vielen, nicht in allen Versuchen sich nach dem Gehalt des Chlorkalks an unterchlorigsaurem Calcium richtet. Je höher derselbe, desto energischer ist die Desinfectionswirkung. Mit Klarheit tritt dieses Abhängigkeitsverhältniss dann hervor, wenn die zu vergleichenden Chlorkalkflüssigkeiten gleich frisch bereitet sind, wenn die benutzten Milzbrandsporen von derselben Provenienz und von demselben Alter sind. (Vergl. Versuch Nr. 17, Tabelle VI.)

Sobald aber die Flüssigkeiten vor verschieden langer Zeit bereitet sind — es handelt sich hierbei natürlich um kleine Zeiträume, 10 Min.,

[1] Siehe Nachtrag.

$^1/_4$ bis $^1/_2$ Stunde — dann treten Unregelmässigkeiten ein. Möglicher Weise tritt in den Chlorkalkflüssigkeiten eine ziemlich schnelle Abnahme der unterchlorigen Säure ein, besonders wenn dieselben in nicht fest verschlossenen, dem Licht ausgesetzten Gefässen sich befinden.

Im Allgemeinen kann man aus der Tabelle VI schliessen, dass in einer 5 procentigen Chlorkalkflüssigkeit unsere Milzbrandsporen selten schon nach 5, öfter nach 15, fast immer nach 30 Minuten vernichtet sind. In einem mit 1 procentiger Lösung angestellten Versuch war nach 70 Minuten vollkommene Desinfection eingetreten.

Wenn man Salzsäure zu Chlorkalkflüssigkeit setzt, so entsteht Chlor; es giebt sich dies schon äusserlich durch lebhafte Blasenbildung und den unangenehm stechenden Geruch des Chlors zu erkennen. Vielleicht konnte das sich entwickelnde Chlor — in statu nascendi — eine bedeutende Steigerung in der desinficirenden Wirkung hervorbringen.

Da, wie schon erwähnt, in der Wirkung des Chlorkalks Unregelmässigkeiten betreffs der zur Desinfection nöthigen Zeit vorhanden sind, so mussten, wenn man den Einfluss der Salzsäure prüfen wollte, immer Parallelversuche mit gewöhnlicher und Salzsäure enthaltender Chlorkalkflüssigkeit angestellt werden. Zu diesem Zwecke wurden gewöhnlich je 5 oder 10 ^{ccm} 5 procentige Chlorkalkflüssigkeit — meistens filtrirt — in zwei sterilisirte Schalen gegossen und mit Milzbrandsporenfäden beschickt. In die eine der Schalen wurde entweder vor dem Einlegen der Fäden oder 1 bis 2 Minuten nach demselben (nach dieser Zeit konnte man eine Durchtränkung der Fäden mit der Versuchsflüssigkeit als sicher annehmen) Salzsäure gesetzt, so dass ihr Gehalt in der Mischung 1, 2, 3 und 5 Proc. betrug. Zugleich wurden entsprechend procentige Lösungen von Salzsäure in sterilisirtem destillirtem Wasser hergestellt, um auch deren Wirkung auf die Sporen festzustellen. In dem ersten Versuch (Nr. 14) hatte der Zusatz von Salzsäure nur ein abgeschwächtes Auswachsen der Sporen zur Folge; die Versuchsdauer war nicht genügend ausgedehnt, um ein Urtheil über die Wirkung der zugesetzten Säure zu bekommen; aus allen übrigen Versuchen aber lässt sich ersehen, dass der Säurezusatz eine grössere oder geringere Beschleunigung der Desinfection bewirkt.

So waren in dem einen Versuch die Sporen in gewöhnlicher Chlorkalkflüssigkeit nach 15 Minuten vernichtet, in der mit Salzsäure versetzten jedoch schon nach 2 Minuten; in einem anderen Versuch waren die entsprechenden Zeiten 25 Minuten und 5 Minuten u. s. w. Dass nicht etwa die Salzsäure an und für sich in den Gemischen als der wirksame Factor anzusehen ist, geht daraus hervor, dass in den entsprechend verdünnten Salzsäuren in der gleichen Zeit niemals eine Vernichtung der eingebrachten Sporen stattfand. Vielmehr zeigten sich dieselben noch nach 1- bis

$1^1/_2$ stündigem Aufenthalt in 3 procentiger Salzsäure entwickelungsfähig. — Der Zusatz von Salzsäure bedingt mithin eine ganz beträchtliche Steigerung der Desinfectionskraft des Chlorkalks.

II. Versuche über die entwickelungshemmende Eigenschaft des Chlorkalks.

Jedes Desinfectionsmittel verlangt ein bestimmtes Concentrationsminimum in einem Medium, wenn es noch desinficirend, d. h. abtödtend auf die ihm exponirten Keime wirken soll. Geht der Gehalt des Mittels in der Flüssigkeit unter dieses Minimum herab, so wirkt dasselbe nicht mehr keimtödtend, kann aber noch entwickelungshemmend wirken, d. h. die eingebrachten Mikroorganismen werden nicht vernichtet, vermögen sich aber nicht, selbst wenn die übrigen Existenzbedingungen die bestmöglichsten sind, zu vermehren.

Behring (7) hat ein sehr bequemes und zugleich genaues Verfahren angegeben, um die entwickelungshemmende Wirkung von Desinfectionsmitteln einem ganz bestimmten Testobject, dem Milzbrandbacillus gegenüber, festzustellen. Einer abgemessenen Menge, am besten 10 ^{ccm} von Nährflüssigkeit, z. B. Rinderblutserum, setzt man aus einer Spritze, deren Canüle Tropfen von genau bestimmtem Volumen, z. B. $^1/_{20}$ ^{ccm} entlässt, allmählich steigende Dosen der Desinfectionsflüssigkeit zu.

Aus diesen hinter einander entstehenden Mischungen mit steigendem Gehalt an Desinficiens bringt man mit der Platinöse je ein Tropfen auf Deckgläser, impft mit wenigen Milzbrandbacillen, legt das Deckglas auf den hohlgeschliffenen Objectträger, welchen man bei 35° C. aufbewahrt. Am folgenden Tage kann man leicht erkennen, bei welcher Concentration eine Hemmung der Entwickelung eingetreten ist. Dort, wo keine Wirkung eingetreten ist, zeigt sich schon makroskopisch ein deutliches Filzwerk von ausgewachsenen Milzbrandfäden. Dort, wo der geimpfte Tropfen klar geblieben und auch mikroskopisch kein Auswachsen der ausgesäten Fäden zu constatiren ist, hat zuerst eine Entwickelungshemmung stattgefunden.

Dass keine Abtödtung vorhanden ist, lässt sich dadurch beweisen, dass, wenn ein Theil des klar gebliebenen Tropfens auf neues Nährmaterial, z. B. Bouillon, übertragen wird, nunmehr eine lebhafte Entwickelung des Milzbrandes eintritt.

Zu unseren nach dieser Methode angestellten Versuchen benutzten wir alkalische Nährbouillon und Rinderblutserum.

Bei der Versuchsreihe mit Bouillon zeigte sich die eigenthümliche Thatsache, dass erst dann auf den Objectträgern das Milzbrandwachsthum ausbleibt, erst dann eine „Entwickelungshemmung“ auftritt, wenn der

Chlorkalkzusatz den für die Vernichtung von Milzbrandbacillen erforderlichen Grad erreicht, d. h. also, dass der Chlorkalk überhaupt nicht entwickelungshemmend wirken kann, sondern dass er, sobald sein Gehalt in einer Flüssigkeit unter das für die Bacterienvernichtung nothwendige Minimum herabgeht, vollkommen wirkungslos wird. Vielleicht erklärt sich dies folgendermassen: Soll ein Desinficiens in einer Flüssigkeit entwickelungshemmend wirken, so darf sein Gehalt in derselben innerhalb zweier Grenzen schwanken, einem Maximum, über das hinaus keine Entwickelungshemmung, sondern schon Vernichtung, und einem Minimum, unter dem überhaupt keine Wirkung mehr eintritt. Nun kann natürlich die Entwickelungshemmung nur so lange stattfinden, als der Gehalt des Desinficiens in der Flüssigkeit innerhalb der beiden oben genannten Grenzen bestehen bleibt. Mit dem Augenblick, wo z. B. eine Abnahme des Desinficiens unter das Minimum stattfindet, hört die Entwickelungshemmung auf. Nun können wir uns vorstellen, dass bei der leichten Zersetzbarkeit des Chlorkalks zu schnell eine unter das „entwickelungshemmende Minimum" gehende Herabsetzung eintritt, so dass nach einer kurz andauernden Entwickelungshemmung Wachsthum eintritt. Bei den Versuchen mit Rinderblutserum wiederholt sich mutatis mutandis dieselbe Erscheinung, nur dass hier das für die Desinfectionswirkung nöthige Minimum das 4- bis 5fache von dem in der eiweissfreien Nährbouillon beträgt.

Als entwickelungshemmendes Agens ist der Chlorkalk also nicht verwerthbar.

III. Versuche über die Desinfection von Fäulnissflüssigkeiten und menschlichen Fäces.

A. Fäulnissflüssigkeit.

Versuche mit faulender stinkender Bouillon ganz ebenso wie mit Bouillon-Reinculturen angestellt ergaben, dass bei einem Chlorkalkzusatz von 0·1 Procent meistens nach einer, sicher nach 5 Minuten totale Sterilisation eintrat. Hier trat ausser der energischen Desinfection die stark desodorirende Eigenschaft des Chlorkalks hervor. Schon einige Secunden nach dem Zusatz desselben war der vorher sehr starke Fäulnissgeruch verschwunden.

B. Fäces.

Von den bisher zur Desinfection verwandten Bacterienflüssigkeiten unterscheiden sich die Fäces wesentlich. Erstens enthalten sie eine enorme Zahl von verschiedenen Bacterien und ihrer Dauerformen, darunter Sporen von sehr grosser Widerstandsfähigkeit; zweitens bieten die Fäces eine feste Masse, die diarrhöischen eine mit vielen Fäkalklümpchen, welche

in ihrem Innern Massen von Keimen bergen, durchsetzte Flüssigkeit dar; drittens zeichnen sich gerade diejenigen, welche die Desinfectionspraxis am meisten interessiren, die diarrhöischen, durch einen gewissen, von entzündlichen Exsudationen der Darmschleimhaut herrührenden Eiweissgehalt aus.

Nun kommt es meist nicht, wie Pfuhl (8) richtig hervorhebt, darauf an, die zahllosen, nicht pathogenen, aber gegen Desinficientien höchst widerstandsfähigen Bacterien zu vernichten, sondern unsere Absicht erstreckt sich meist darauf, die in den Fäces enthaltenen pathogenen Keime, die Erreger der Cholera asiatica, des Typhus abdominalis und der Ruhr zu vernichten. Setzt man zu den Fäces so viel Desinficiens hinzu, bis sie steril geworden, so ist die Dosis für die Vernichtung von Typhus- und Cholerabacterien viel zu hoch gegriffen, andererseits lässt es sich beim Zusatz steigender Dosen sehr schwer erkennen, wenn Typhus- und Cholerabacterien unter den vielen anderen lebend gebliebenen Keimen vernichtet sind. Man hat zu diesem Zwecke die Fäces im Dampf sterilisirt, mit Cholera- und Typhuscultur geimpft, bei 35° C. 1 bis 2 Tage sich entwickeln lassen und mit den so dargestellten Reinculturen gearbeitet. Aber hierbei ist natürlich ein Factor ausgeschaltet worden; durch die Sterilisation im strömenden Dampf ist das in den Fäces enthaltene gelöste Eiweiss ausgefällt worden. Wie oben gezeigt wurde, ist aber in dem eiweisshaltigen Rinderblutserum zur Vernichtung von Milzbrandbacillen eine 4- bis 5 fach so grosse Dosis Chlorkalk nothwendig als in der eiweissfreien Nährbouillon.

Andererseits wird durch den beim Kochen entstehenden Niederschlag die Zahl und Masse der in der Flüssigkeit schwimmenden Klümpchen vergrössert. Dadurch muss natürlich dem Desinficiens das Eindringen erschwert und damit eine Verlangsamung der Desinfection herbeigeführt werden.

Wollte man alle diese Veränderungen der Fäces vermeiden und zugleich mit Reinculturen von Typhus und Cholera unter Ausschluss der übrigen höchst widerstandsfähigen Fäcesbacterien arbeiten, so musste man versuchen, Fäces fractionirt bei 57° C. zu sterilisiren.

Zu diesem Zwecke benutzten wir die diarrhöischen Stuhlgänge eines Ruhrkranken. Der grössere Theil desselben wurde im strömenden Dampf 3 Stunden lang sterilisirt, der kleinere Theil bei 57° C. fractionirt sterilisirt; nach 3 Wochen blieben die mit diesen Fäces geimpften Bouillongläschen, welche mehrere Tage bei 35° C. aufbewahrt wurden, steril.

Versuche.

1. Je 50 ccm im Dampf sterilisirter Fäces, in sterilisirten mit Glasdeckeln versehenen Wassergläsern befindlich, wurden mit Reinculturen

von Bacillus Typhi abdominalis und Cholerae asiaticae beschickt und bei 35° C. aufbewahrt. An den folgenden Tagen zeigte sich die Typhuscultur gut, die Choleracultur aber schlecht entwickelt. Bei mehreren weiterhin angestellten Versuchen zeigte sich immer, dass die Cholerabacillen sich in dem sterilen Ruhrstuhl schlecht entwickelten, selbst wenn die schwach alkalische Reaction, welche an und für sich bestand, durch Zusatz von kohlensaurem Natron stärker alkalisch gemacht wurde. Daher wurden die folgenden Versuche nur mit Typhusbacillen vorgenommen. Bei dem sonst gleichen Verhalten von Cholerabacillen und Typhusbacillen gegen Chlorkalk ist es wohl gestattet, die an den letzteren gewonnenen Resultate auch auf die ersteren zu beziehen.

Nun wurde Chlorkalk in Pulverform zugesetzt und kräftig, etwa 2 Minuten lang, in den künstlichen Typhusfäces mit sterilisirten Holzstäbchen verrührt.

Bei einem Zusatz von 2, 1 und 0·5 Proc. Chlorkalk war in den nach zwei Minuten entnommenen Proben schon vollständige Desinfection eingetreten. Gerade beim Chlorkalk ist es von Wichtigkeit, dass ein Zusatz desselben als Pulver ebenso energisch wirkt, wie als Flüssigkeit. Denn die Chlorkalkflüssigkeiten sind leicht zersetzlich und man wäre in der Praxis dann gezwungen, in kurzen Zeiträumen wieder frische Lösungen herzustellen — ein Verlust an Zeit und Geld.

2. Je 5 ccm in Dampf sterilisirter Fäces wurden erstens mit je 5 ccm, zweitens mit je 1 ccm sterilisirtem Rinderblutserum versetzt, mit Typhuscultur geimpft und bei 37° C. aufbewahrt. Der Chlorkalk wird als Flüssigkeit zugesetzt. Das Ergebniss der Desinfectionsversuche mit diesen stärker und schwächer eiweisshaltigen Typhusstühlen war, dass bei starkem Eiweissgehalt ein Zusatz von 0·5 Procent Chlorkalk selbst nach 15 Minuten keine Wirkung zeigte, von 1 Procent nach 5 Minuten Sterilisation zu Stande brachte, bei schwachem Eiweissgehalt 0·5 Procent Zusatz bereits nach einer Minute Desinfection bewirkte, 0·25 Procent ganz unwirksam blieb.

3. 5 ccm Fäces, im Dampf sterilisirt, werden mit Typhus inficirt und bei 35° C. aufbewahrt. Zusatz von Chlorkalkflüssigkeit. Bei 0·5 Proc. Chlorkalk ist nach 5 Minuten mit Sicherheit vollständige Desinfection eingetreten; bei 0·25 Procent nach 10 Minuten noch keine Wirkung.

4. 5 ccm fractionirt sterilisirter Fäces werden mit Typhuscultur inficirt und ebenso behandelt, wie in 3 angegeben.

Ein Chlorkalkzusatz von 0·5 Procent bewirkt nach 10 Minuten vollständige Sterilisation, 0·25 Procent und 0·1 Procent zeigen keine Wirkung.

Aus den vorangestellten Versuchen geht also hervor, dass Chlorkalk, sei es dass er als Pulver oder als Chlorkalkflüssigkeit gebraucht wird, im Verhältniss von 0·5 Procent diarrhöischen Fäces zugesetzt im Stande ist, die in diesem enthaltenen Träger des Typhusgiftes — und wohl auch der Cholera — innerhalb 10 Minuten zu vernichten. Durch die Kürze der zur Desinfection nöthigen Zeit unterscheidet sich der Chlorkalk wesentlich von seinem durch den geringeren Preis mächtigeren Concurrenten — dem Aetzkalk. Pfuhl verlangt als Desinfectionszeit bei Typhus- und Choleraentleerungen für Aetzkalk eine Stunde. Dies ist, wenn es sich um Desinfection von Stechbecken handelt, ein viel zu grosser Zeitraum. Einmal ist man zu sehr auf die Zuverlässigkeit des Wartepersonals angewiesen, welches darauf achten müsste, dass der Stuhlgang im Stechbecken nicht vor einer Stunde fortgeschafft wird — eine Nichtbeachtung dieser Zeit könnte die Desinfection illusorisch machen —, zweitens ist es vom öconomischen Standpunkte nicht praktisch, Stechbecken eine Stunde lang ungereinigt zu lassen. Eine Desinfection der Fäces im Stechbecken selbst müssen wir fordern, weil beim etwaigen Ausschütten der Fäces in anderes Gefäss eine Verspritzung des Infectionsstoffes stattfinden kann. Wenn es sich nun um ausgebreitete diarrhöische Erkrankungen handelt, wo die Zahl der Kranken und somit der Stuhlentleerungen sehr gross ist, ist eine schnelle Reinigung der Stechbecken behufs baldiger Wiederbenutzung nothwendig.

Genügen nur einige Minuten zur Desinfection, so kann der Krankenwärter, wenn er das Desinficiens dem Stuhlgang zugesetzt und ordentlich verrührt hat, nach einer kleinen Zwischenbeschäftigung, z. B. bei der Wartung des Kranken, den Stuhlgang ausschütten — und man ist sicher, dass der Infectionsstoff vernichtet ist.

Bei der praktischen Verwendung des Chlorkalks wäre zu berücksichtigen:

1. Der Chlorkalk ist am besten in fest verschlossenen, dunklen Gefässen aufzubewahren.

2. Der Zusatz kann in Pulverform geschehen, und zwar müssen auf je 100 ^{ccm} Fäces 0·5 ^{grm} oder besser, wenn man auf die Verschiedenheit der Qualitäten Rücksicht nimmt, 1 ^{grm} Chlorkalk zugesetzt werden.

Der bequemeren Handhabung wegen kann derselbe in eigens zu diesem Zwecke eingerichteten Maassgefässen abgemessen werden. Auch könnten die Stechbecken in ihrem Innern eine grössere Maasseintheilung besitzen.

3. Die Entfernung der Fäces aus dem Stechbecken darf erst 10 Minuten nach dem Zusatz des Chlorkalks geschehen.

Tabellen.

I. Versuche mit Bacillus Typhi abdominalis.

Nummer	%-Gehalt an unterchloriger Säure	%-Gehalt an Chlorkalk	Zeit der Einwirkung in Minuten													Controlproben	Bemerkungen
			1	2	3	5	10	15	20	25	30	40	50	60	70		
	Procent	Procent															
1	vacat	2·5			—	—	—		—		—	—	—	—	—	+ +	unverdünnte Bouillon
2	12·5	1·25	—			—										+ +	verdünnte Bouillon
3	vacat	1		—	—	—	—	—	—	—						+ +	unverdünnte Bouillon
4	12·5	0·6	—			—										+	„
5	vacat	0·5	—	—		—	—									+	verdünnte Bouillon
6	„	0·25	—	—		—	—									+	„
7	12·5	0·15	—			—	—									+ +	„
8	10·5	0·12	—			—										+	„
9	10·5	0·06	+			+	—									+	„
10	10·5	0·03	+			+	+									+	„
11	10·5	0·02	+			+	+									+	„

II. Versuche mit Bacillus Cholerae asiaticae.

Nummer	%-Gehalt an unterchloriger Säure	%-Gehalt an Chlorkalk	Zeiten, nach welchen Proben entnommen, in Minuten											Controlproben	Bemerkungen
			1	2	3	5	10	15	20	40	60	90	120		
	Procent	Procent													
1	vacat	2·5	—		—	— —	—				—	—	—	+ +	unverd. Bouill.
2	„	2·0		—		— —	—	—	—	—	—	—	—	+ +	„
3	10·5	1·5	—			—		—						+ +	„
4	vacat	1	—			— —	—	—	—	—				+ +	„
5	10·5	0·15				+	—							+ +	„
6	10·5	0·12	+			—	—							+ +	„
	10·5	1·25				—	—							+	verd. Bouillon
	vacat	0·5	—	—		—	—	—						+ +	„
	„	0·25	—	—		—	—	—						+ +	„
	10·5	0·15				—	—							+ +	„
	10·5	0·12	—	— —		—								+	„
	10·5	0·06	+			+	—							+ +	„
	10·5	0·03	+				+							+	„
	10·5	0·03	+				+							+	„
	10·5	0·02	+				+							+	„
	10·5	0·02	+				+							+	„

III. Versuche mit dem Bacillus des Milzbrandes.

Nummer	%-Gehalt an unterchloriger Säure	%-Gehalt an Chlorkalk	Zeit der Einwirkung in Minuten 1	2	3	5	10	15	20	25	30	40	50	60	70	Controlproben	Bemerkungen
	Procent	Procent															
1	12·5	0·1	—	—		—	—	—	—							+ +	6 Stunden alte sporenfreie Bouilloncultur
2	12·5	0·05		+		+	+	+	+							+ +	„
3	10·5	1	—			—	—									+ +	Bouillon-aufschwemmung v. Milzbrandmilz
4	10·5	0·5	—			—	—									+ +	„
5	10·5	0·25	—			—	—									+ +	„
6	9·5	0·25	—	—	—	—	—									+ +	10 Stunden alte sporenfreie Bouilloncultur
7	9·5	0·1	—	—	—	—	—									+ +	„

IV. Versuche mit Staphylococcus pyogenes aureus.

Nummer	%-Gehalt an unterchloriger Säure	%-Gehalt an Chlorkalk	1	2	3	5	10	15	20	25	30	40	50	60	70	Controlproben	Bemerkungen
1	vacat	0·5	—	–		—	—									+ +	verdünnte Bouill.
3	„	0·25	—	—		—	—									+ +	„
6	„	0·12	+		+	—	—									+ +	„

V. Versuche mit Streptococcus Erisypelatis.

Nummer	%-Gehalt an unterchloriger Säure	%-Gehalt an Chlorkalk	1	2	3	5	10	15	20	25	30	40	50	60	70	Controlproben	Bemerkungen
2	vacat	0·5	—	—		—										+ +	verdünnte Bouill.
5	„	0·15	+			—	—									+ +	„

VI. Versuche mit Milzbrandsporen.

Nummer	%-Gehalt an unter-chlor. Säure	%-Gehalt an Chlorkalk	Zeit der Einwirkung in Minuten 1	2	3	5	8	10	15	20	25	30	40	50	60	70	90	180	Controlproben	Bemerkg.
1	8·3	5							+			+		—		—	—	—	+ +	
2	8·3	5										—					—		+ +	
3	8·3	5						+	+	+		—			—				+ +	
4	8·3	5						+		+		+ *			—				+ +	
5	10·5	5				+ + + + + +			— — — — — —	— — —		— — — — — —		— — — — — —			— — —		+ +	
6	13·5	5	+		+ +				— —			— —		—			—		+ +	
7	8·3	2·5												+				—	+	
8	8·3	1·25																—	+	
9	9·5	1						+		+		+	+	+		—		—	+ +	
10	10·1	0·5			+			+		+		+	+	+				+		

Versuche zugleich mit Zusatz von Salzsäure.
(Chlorkalkflüssigkeit 5 Procent.)

Nummer	%-Gehalt an unter-chlor. Säure	%-Gehalt an Chlorkalk	1	2	3	5	8	10	15	20	25	30	40	50	60	70	90	180	Controlproben	Bemerkungen
	Procent																			
11	6·5	Chl [1]							+	−									+ +	
		Chl + 5% S [2]		+	+	+		+ **	−										+ +	
								−	−											
12	7·6	Chl				+		+	+	+		−							+ +	
		Chl + 5% S	+	+	−	−		−	−	−		−							+ +	
						−														
13	9·5	Chl						+		+	−	−	−	−					+ +	
								+												
		Chl + 2·5% S				−		−		−	−	−	−						+ +	nachdem Fä… 2 Min. in Flü… gelegen, … zugesetzt
		Chl + 2·5% S				−		−		−									+ +	2 Min. nach … Zusatz von … Fäden eingetaucht
14	10·1	Chl	+	+	+	+		+	+										+ +	
		Chl + 2% S	+	+ *	+ *	+ *		+ *	+ *										+ +	
15	10·5	Chl	+	+	+	+		−											+ +	
		Chl + 1% S	+	+	−	−		−											+ +	
		Chl + 3% S	+	+	−	−		−											+ +	
16	10·6	Chl		+	+	+		+	+	−									+ +	
		Chl + 5% S		−	−	−		−	−	−									+ +	
17	6·8	5% Chl			+	+	+	+	+	−	+	+	−	−					+ +	
							+			+		+								
	9	5% Chl			+	+	+	+	+	+	−	−	−						+	

VII. Versuche über Entwickelungshemmung.

a) Versuche mit Bouillon.

Nummer	%-Gehalt an unter-chlor. Säure	0·001	0·002	0·005	0·01	0·02	0·05	0·07	0·08	0·1	0·12	0·2	0·3	0·4	0·6	0·7	0·…
		%-Gehalt der Verdünnungen an Chlorkalk															
1	12·5	+ +	+ +	+ +	+ +												
2	9·5				+ +												
3	8·5				+ +		+ +		+ +								
4	10·5					+ +		+ +			− −	− −					
												0·15					
5	9·5										+ +	− −					

b) Versuche mit Blutserum.

Nummer	%-Gehalt an unter-chlor. Säure	0·001	0·002	0·005	0·01	0·02	0·05	0·07	0·08	0·1	0·12	0·2	0·3	0·4	0·6	0·7	0·…
1	10·6					+ +		+ +			+ +	+	+ +	+ + *	− −		−
2	10·6												+ +	+ +	− −		−
3	10·6												+ +	+ +	− −		−
															0·5	0·6	
4	7·6												+ +	+ +	+ +	− −	

[1] Chl = Chlorkalkflüssigkeit. [2] Chl + S = Chlorkalkflüssigkeit + Salzsäure.

VIII. Versuche mit faulender Bouillon.

Nummer	%-Gehalt an unterchlorig. Säure	%-Gehalt an Chlorkalk	Zeit der Einwirkung in Minuten 1	5	10	20	Controlproben
		Procent					
1	vacat	1	—	—	—	—	++
		0·5	—	—	—	—	++
		0·2	—	—	—	—	++
		0·1	—	—	—	—	++
2	„	0·12	—	—	—	—	++
		0·02	+	+	+	+	++
		0·005	+	+	+	+	++
3	„	0·1	+	—	—	—	++

IX. Versuche mit Fäces. (Im strömenden Dampf sterilisirt.)

1. 50 ccm Typhus-Fäces. Chlorkalk in Pulverform zugesetzt.

Nummer	%-Gehalt an Chlorkalk	Zeit der Einwirkung in Minuten ½	1	2	5	10	15	20	30	60	24 Stunden	Controlproben
	Procent											
	2			—	—	—	—	—	—	—		++
	1			—	—	—	—	—	—	—		++
	0·5			—	—	—	—	—	—	—		++

2. 5 ccm Fäces + 5 ccm Blutserum, inficirt mit Typhus. Chlorkalkflüssigk.

Nummer	%-Gehalt an Chlorkalk	½	1	2	5	10	15	20	30	60	24 Stunden	Controlproben
	1		+	+*	3 Min. +** 4 Min. +**	5 Min. 10Min. —						++
	0.5			+	3 Min. ++ 5 Min. ++	+	+					+

3. 5 ccm Fäces + 1 ccm Blutserum, inficirt mit Typhus. Chlorkalkflüssigk.

Nummer	%-Gehalt an Chlorkalk	½	1	2	5	10	15	20	30	60	24 Stunden	Controlproben
	1		—		—	—	—	—				+
	1·5		—		—	—	—	—	—			+
	0·25		+		+	+	+	+	+	+	+	+

4. 5 ccm Typhus-Fäces. Chlorkalkflüssigkeit.

Nummer	%-Gehalt an Chlorkalk	½	1	2	5	10	15	20	30	60	24 Stunden	Controlproben
	0·5		+	+* +*	——	——						+
	0·5		+		—	—						+
	0·4				+	—						+
	0·25		+		+	+						+

5. Fäces bei 57° C. sterilisirt, inficirt mit Typhus. Chlorkalkflüssigk.

Nummer	%-Gehalt an Chlorkalk	Zeit der Einwirkung in Minuten										Controlproben
		1/2	1	2	5	10	15	20	30	60		
	Procent											
	0·5				+	—						+
	0·5				+	—						+
	0·25				+	+						+
	0·25					+						+
	0·1				+	+						+

Erklärung der Tabellen.

Das Zeichen + bedeutet Wachsthum, also ein Fehlen der Desinfection.
„ „ — „ Sterilbleiben des Nährbodens, also eine Desinfectionswirkung.
„ „ +* „ ein abgeschwächtes Wachsth. im Vergleich z. d. Controlprob.
„ „ +** „ eine Steigerung von +*.

Nachtrag.

Während des Druckes der voranstehenden Arbeit erhielt ich von Hrn. Stabsarzt Nocht sehr widerstandsfähige Milzbrandsporen.

Dieselben, an Seidenfäden getrocknet, blieben in einer 0·1 procentigen Sublimatlösung — die Versuche wurden nach der von J. Geppert angegebenen Methode[1] angestellt — 4 Stunden am Leben. Im strömenden Wasserdampf waren sie nach 10 Minuten noch entwickelungsfähig, nach 12 Minuten todt. In einer 5 procentigen filtrirten Chlorkalkflüssigkeit war nach $4^1/_2$ Stunden ihr Leben erloschen.

[1] Zur Lehre von den Antisepticis. *Berliner klin. Wochenschrift.* 1889. Nr. 3?

Litteratur-Verzeichniss.

1. R. Koch, Ueber Desinfection. *Mittheilungen aus dem Kaiserl. Gesundheitsamt.* Bd. I.

2. Sternberg, Disinfection and Disinfectants. *Preliminary Report made by the committee of disinfectants* etc. S. 5.

3. Jäger, Untersuchungen über die Wirksamkeit verschiedener chemischer Desinfectionsmittel bei kurz andauernder Einwirkung auf Infectionsstoffe. *Arbeiten aus dem Kaiserl. Gesundheitsamt.* Bd. V. Hft. 2.

4. Liborius, Untersuchungen über die desinficirende Wirkung des Kalkes. *Diese Zeitschrift.* Bd. II. S. 15.

5. Kitasato, Ueber das Verhalten der Typhus- und Cholerabacillen zu säure- und alkalihaltigen Nährböden. *Ebenda.* Bd. III. S. 404.

6. E. v. Esmarch, Die Milzbrandsporen als Testobject bei der Prüfung von Desinficientien. *Ebenda.* Bd. V. S. 67.

7. Behring, Der antiseptische Werth der Silberlösungen. *Deutsche medicin. Wochenschrift.* 1887. Nr. 37 u. 38.

8. E. Pfuhl, Desinfection der Typhus- und Choleraausleerungen mit Kalk. *Diese Zeitschrift.* Bd. VI. S. 99.

[Aus dem bacteriologischen Laboratorium des städtischen Krankenhauses Moabit.]

Beitrag zur Lehre von der Malariainfection.

Von

Dr. F. Plehn,
Assistenzarzt.

Wenn ich meinem Bericht über Beobachtungen, welche ich während der letzten Monate an einigen Malariafällen zu machen Gelegenheit hatte, eine kurze Uebersicht über den derzeitigen Stand der Lehre von der Aetiologie der Malaria vorausschicke, so glaube ich eine Reihe älterer Arbeiten übergehen zu dürfen, welche, wie die von Salisbury, Massy, Balestra, Eklund (1) u. s. w., ein anderes als historisches Interesse nicht beanspruchen können. Denn die Palmellen, Mucedineen, mikroskopischen Algen und Bacterien, welche von den genannten Autoren entdeckt und in ursächlichen Zusammenhang mit der Malaria gebracht wurden, haben über den nächsten Kreis ihrer Entdecker hinaus wohl kaum mehr Anerkennung gefunden, als ihre klassischen Vorgänger, die fiebererzeugenden Insecten des Columella, Varro und Vitruv.

Die Aera der modernen ätiologischen Malariaforschung beginnt mit dem Frühjahr 1879, in welchem Klebs und Tommasi-Crudeli im Boden und Sumpfwasser der römischen Campagna einen eigenthümlichen Bacillus entdeckten und auf eine Anzahl von Experimente gestützt, als Erreger der Malariainfection beschrieben (2).

Ihnen gegenüber trat dann der französische Forscher Laveran mit der am 23. November 1880 zuerst vor der Pariser medicinischen Academie veröffentlichten Mittheilung, dass er bei den algierischen Malariaformen im Blut der Kranken eigenthümliche protozoënartige Organismen beobachtet habe, welche bei anderen Krankheiten nicht vorkämen und mit grösster Wahrscheinlichkeit die Malaria erzeugten (3).

Der zeitweise ziemlich heftige wissenschaftliche Streit, welcher im Anschluss an beide Veröffentlichungen alsbald entbrannte und auf beiden Seiten eine bereits recht umfangreiche Litteratur geschaffen hat, ist letzthin in ein etwas ruhigeres Stadium getreten. Als kurzer Episode in demselben sei noch der Arbeiten Ziehls (4) und von Sehlens (5) gedacht, welche — der Eine im Jahre 1882, der Andere 1884 — aus dem Blut italienischer Malariakranker Bacillen und Kokken züchteten und als Krankheitserreger beschrieben, ohne dass indess ihr Befund von anderer Seite irgend welche Bestätigung erfahren hätte.

Was die Chancen der beiden vorerwähnten, heute wohl allein in Betracht kommenden Formen von Organismen betrifft, so stehen die des „Bacillus malariae“ wenig günstig.

Die Beweisführung seiner Entdecker, welche vor der Veröffentlichung der Koch'schen Untersuchungsmethoden ihre Arbeit begonnen und ihren Fund gemacht hatten, bot von vornherein der gegnerischen Kritik eine Reihe der bequemsten Angriffspunkte. Es war Klebs und Tommasi-Crudeli niemals gelungen, den Bacillus im malariakranken Organismus, speciell im Malariablut nachzuweisen, das doch, wie die gelungenen Uebertragungsversuche von Dochmann, Gerhardt, Cuboni, Marchiafava und Anderen bewiesen, den Krankheitserreger enthalten muss; und auch die Thierexperimente, auf welche sie sich vorzugsweise stützten, erwiesen sich der eingehenden Nachprüfung Golgi's (6) gegenüber als nichts weniger denn beweiskräftig. Trotz des noch neuerdings erfolgten lebhaften Eintretens eines jüngeren österreichischen Arztes, Dr. Schiavuzzi-Pola (7) für den Klebs'schen Organismus und der öffentlichen Anerkennung, welcher sich die Untersuchungen desselben und deren Resultate seitens des Nestors der Bacteriologie, Ferdinand Cohn's, (8) zu erfreuen hatten, verlor der Bacillus malariae seinen thierischen Concurrenten gegenüber doch immer mehr an Terrain, und wenn ich von befreundeter Seite aus Zürich recht berichtet bin, so ist neuerdings Klebs selbst an der Bedeutung seines Findlings irre geworden.

Im Gegensatz dazu liefen bald nach Veröffentlichung des Laveran'schen Befundes eine grössere Zahl denselben bestätigender Berichte aus verschiedenen Theilen der Erde ein; namentlich und zuerst aus Italien, von Marchiafava und Celli (9), denen dann Golgi (10) folgte, und den italienischen Forschern geziemt zweifellos der Ruhm des wesentlichsten Verdienstes um Förderung unserer Kenntniss vom Malariavirus durch Erweiterung und theilweise wohl auch Berichtigung der Laveran'schen Lehre. Es folgten dann gleich oder ähnlich lautende Berichte aus Russland von Czenzinski (11), Metschnikoff (12) und Sacharoff (13),

aus Amerika von Councilman (14), Sternberg (15) und Osler (16), nach Laveran auch aus Corsica, Tonkin, Madagascar und vom Senegal (17).

Alle diese Berichte stimmten darin überein, dass in dem Blut von Malariakranken, vorzugsweise eingeschlossen in den rothen Blutkörpern, regelmässig eigenthümliche Gebilde gefunden würden, welche durch ihre Beweglichkeit als Organismen charakterisirt und weder bei gesunden noch bei anderweit Erkrankten beobachtet würden, so dass, wie schon der Entdecker Laveran betonte, der Nachweis eines derartigen „Plasmodiums" — so nannte er dieselben — die Diagnose „Malaria" sichere (18).

An Widerspruch fehlte es auch den genannten Forschern keineswegs und nicht allein aus den Reihen der Vertreter der Lehre von der bacillären Natur der Malaria, sondern auch von nicht direct betheiligter Seite, wie von Hoffmann (19), Rosenstein (20), Pfeiffer (21), Dujardin (22) u. s. w. Die selbständige, organisirte Natur der fraglichen Gebilde wurde ebenso heftig angefochten, wie ihr ausschliessliches Vorkommen beim Malariaprocess. Sie sollten nichts als Kunstproducte darstellen, durch fehlerhafte Untersuchungsmethoden bedingt, ferner bei einer Reihe von anderweitigen pathologischen Zuständen vorkommen, bei Anämischen, Vaccinirten, bei Typhus- und Scharlachkranken, ja unter Umständen im normalen Organismus.

Auffällig musste es erscheinen, dass die deutsche Forschung diesen Fragen gegenüber eine mehr oder weniger indifferente Stellung einnahm, welche durch mangelndes Interesse an der in so vieler Hinsicht eigenartigen, in letzter Zeit, seit die tropischen Gebiete mehr als bisher in den deutschen Interessenkreis hineingezogen sind, auch zu erheblicher praktischer Bedeutung gelangten Krankheit, gewiss nicht erklärt werden kann.

Meines Wissens waren es — von Klebs, Ziehl und von Sehlen abgesehen — in den letzten Jahren drei deutsche Forscher, welche sich mit der ätiologischen Seite der Malariafrage beschäftigt haben, nämlich Fischer-Kiel, Baumgarten-Tübingen und Schellong-Königsberg.

Fischer (23) hat nach seinem Bericht auf dem Hygienecongress in Wien in Wilhelmshafen, Kamerun und Westindien an im Ganzen über 80 Malariafällen Blutuntersuchungen angestellt und ist sowohl bezüglich bacteriologischen Befundes als auch hinsichtlich charakteristischer Blutveränderungen, wie sie von Laveran und seinen Nachfolgern beschrieben werden, zu einem durchaus negativen Resultat gekommen.

Baumgarten (24) untersuchte zwei Fälle von Malaria; er gelangte zu demselben negativen Resultat wie Fischer, und nicht glücklicher war Schellong (25), welcher auf Finschhafen-Neu-Guinea eine grosse Zahl diesbezüglicher Beobachtungen anstellte, die er dann an sich selbst

bei Malariarecidiven, welche er nach seiner Rückkehr in Berlin durchzumachen hatte, in dem hiesigen pathologisch-anatomischen Institut wiederholte.

Seit diesem Frühjahr habe ich mich nach $^3/_4$ jähriger Vorbereitungszeit als Assistent an dem Hygienischen Institut der Universität Jena unter der Anleitung meines verehrten damaligen Chefs, des Herrn Prof. Dr. Gärtner, mit bacteriologischen und färberischen Blutuntersuchungen an dem reichen Krankenmaterial beschäftigt, welches mir in meiner jetzigen Eigenschaft als Assistenzarzt an dem städtischen Krankenhaus Moabit durch die Liberalität des Directors desselben, Herrn Sanitätsrath Dr. Guttmann, zur Verfügung gestellt war.

Es ist mir eine angenehme Pflicht, auch an dieser Stelle den Herren Directoren des Krankenhauses Moabit für das weitgehende Entgegenkommen bezüglich Anschaffung kostspieliger Instrumente und Apparate, welcher ich zu meinen Arbeiten bedurfte, meinen wärmsten Dank auszusprechen.

Wenn ich das Ergebniss dieser Arbeiten, soweit dieselben auf die Lehre von der Malariaätiologie Bezug haben, jetzt veröffentliche, so bin ich mir sehr wohl bewusst, etwas Abschliessendes nicht bieten zu können; doch musste ich mich überzeugen, dass längeres Warten zwecklos sei, da ich bei der grossen Spärlichkeit des reinen, nicht durch specifische Therapie beeinflussten Malariamaterials eine wesentliche Erweiterung der Grenzen meiner Beobachtungen unter den obwaltenden Umständen nicht erwarten durfte.

Ich habe im Ganzen drei sichere Fälle von Intermittens mit dem typischen Wechsel von Schüttelfrost, Hitze und Schweissstadium und den charakteristischen periodischen Temperatursteigerungen bis selbst auf 41° C. beobachtet, welche alle nach hinlänglich langer Beobachtung durch Chinin prompt zur Heilung gebracht wurden.

In allen drei Fällen handelte es sich um Recidive früher bereits bestandener Intermittens, und zwar um eine Quartana, eine Tertiana und eine Quotidiana, welche letztere nach mehrtägiger Beobachtung ohne jede bezüglich bei ganz indifferenter Behandlung in den Tertiantypus überging.

In allen drei Fällen war die Intermittens in Deutschland erworben, einmal in Posen, das andere Mal in Hamburg, das dritte in Potsdam.

Es sind während des erwähnten Zeitraumes noch einige der Intermittens verdächtige Fälle zur Beobachtung gekommen, welche indessen als nicht völlig sicher von der Untersuchung ausgeschlossen wurden.

Ich habe bei allen drei Fällen vor und nach der Anwendung des Chinins eine sehr grosse Zahl von Blutuntersuchungen zu jeder Tageszeit und während jeder Phase des Krankheitsprocesses angestellt, sowohl an

dem mit den verschiedensten Variationen gefärbten Blut, als an dem frischen lebenden im Heizkasten, mit Methoden, auf welche ich bei anderer Gelegenheit zurückzukommen haben werde.

An den ersten beiden Fällen, der Quartana und Tertiana, habe ich zugleich bacteriologische Blutuntersuchungen vorgenommen und versucht, den hypothetischen Krankheitserreger auf Gelatine, Agar und Blutserum bei Luftzutritt und -Abschluss zu züchten, ohne irgend ein anderes Resultat zu erhalten, als sterile Nährböden. Bei dem dritten Fall habe ich die bacteriologische Untersuchung unterlassen zu dürfen geglaubt, sowohl wegen ihrer Aussichtslosigkeit im Hinblick auf das negative Ergebniss der ersten Untersuchungen als auch wegen des positiven Befundes im Blut, dessen Studium mich alsbald völlig in Anspruch nahm.

In den ersten beiden Fällen war auch das Ergebniss der mikroskopischen Blutuntersuchung zunächst ein durchaus negatives. Weder im gefärbten Präparat noch im hängenden Tropfen konnte ich irgend welche Gebilde entdecken, welche mit denen in den Präparaten, die mir Herr Prof. Celli auf meine Bitte zu übersenden die Freundlichkeit hatte, irgend welche Aehnlichkeit gezeigt oder für welche sich nicht im normalen oder anderweitig krankhaft veränderten Blut Analogieen hätten nachweisen lassen.

In dem dritten Fall war das Resultat günstiger. Es handelte sich hier um einen Arbeiter aus der Umgegend von Potsdam, welcher seit reichlich zwei Monaten vor seinem Eintritt in das Krankenhaus an täglichen Wechselfieberanfällen gelitten hatte, ohne doch in ärztliche Behandlung zu gelangen. Er war angeblich im Potsdamer und Charlottenburger Krankenhaus wegen Raummangels abgewiesen worden und wurde erst im October, als sein Allgemeinzustand unter dem Einfluss der sich täglich wiederholenden Fieberanfälle schon ziemlich erheblich gelitten hatte, im Krankenhaus Moabit aufgenommen. Ausser mässiger Vergrösserung und Druckempfindlichkeit der Milz war an dem Patienten objectiv nur eine geringe Dämpfung des Percussionsschalles über der rechten Lungenspitze mit unbestimmtem Athmen über dem Dämpfungsbezirk nachweisbar, keinerlei catarrhalische Erscheinungen. Patient gab an, im Jahre 1872 einen Blutsturz gehabt zu haben, seither habe er niemals an Brustbeschwerden gelitten; es handelte sich offenbar um einen ausgeheilten alten tuberculösen Herd.

Die Intermittensanfälle setzten mit völliger Regelmässigkeit um 11 Uhr Morgens bei ihm ein, anfangs täglich, dann einen Tag um den andern. Nach Beobachtung von neun Anfällen erhielt Patient Chinin, welches prompt wirkte. Er blieb alsdann noch als Reconvalescent 14 Tage im Krankenhaus in Beobachtung, während dieser Zeit erhob seine Tem-

peratur sich niemals über 37·5°. Am 16. November wurde er als völlig geheilt entlassen.

Bei diesem Patienten zeigten sich gleich bei den ersten Untersuchungen in den rothen Blutscheiben reichlich Gebilde von durchaus charakteristischem Aussehen.

Von der Grösse kleinster, bei 700facher Vergrösserung eben sichtbarer heller Pünktchen konnte ich alle Uebergänge bis zu völliger Ausfüllung des rothen Blutkörpers verfolgen. Die pigmentlosen „Plasmodien" waren sehr in der Minderheit, von einer gewissen Grösse an waren alle reichlich mit Melaninkörnchen und Stäbchen angefüllt, welche ziemlich regellos theils in der Mitte, theils in der Peripherie verstreut lagen. Die stärker gefärbte von Celli als Ektoplasma bezeichnete Randzone (27) war von der helleren, inneren deutlich unterscheidbar, auch mangelte keinem der zu einer gewissen Grösse herangewachsenen „Plasmodien" der von den Italienern als Kern gedeutete, helle, meist excentrisch gelegene Fleck (28).

Die als Dauerformen gedeuteten sichel- und spindelförmigen Bildungen vermochte ich in keinem meiner sehr zahlreichen Präparate nachzuweisen; dies Resultat steht keineswegs im Widerspruch mit den Angaben der italienischen Forscher, welche bei einer sehr grossen Zahl von Fällen, besonders bei den Sommerfiebern, sowie bei denen, welche eine reichliche Menge pigmenthaltiger amöboider Elemente im Blute zeigten, die Dauerformen ziemlich regelmässig vermissten (29).

Dass es sich, wie von verschiedenen Seiten behauptet, bei den beschriebenen Gebilden um Kunstproducte handelt, stelle ich entschieden in Abrede.

Bei gewissen Färbemethoden, namentlich bei Anwendung concentrirterer Kalimethylenblaulösungen, welche ja bei längerer Einwirkung auch die rothen Blutscheiben intensiv färben, bemerkt man in denselben ziemlich häufig, vorzugsweise bei anderweitigen pathologischen Zuständen, central gelegene rundliche, blaue Flecken, deren Grenzen allmählich in die ungefärbten resp. andersgefärbten Randpartieen des Blutkörpers übergehen (30).

Bei Anwendung der von mir nach vielen Versuchen bevorzugten, unten angegebenen Behandlung der Blutpräparate kamen mir derartige, den völligen Neuling in der Blutuntersuchung vielleicht irre führende Kunstproducte überhaupt nicht mehr zu Gesicht. Dann aber unterscheiden sich die Malariaeinschlüsse von denselben sehr deutlich durch ihre unregelmässige Contour, ihre schärfere Begrenzung und ihre excentrische Lage im rothen Blutkörper.

Bei Beobachtung des lebenden Blutes im Heizkasten (31) kann vollends von einer Verwechselung keine Rede sein, da die letzteren eine

lebhafte Eigenbewegung zeigen; dieselbe lässt sich, wie schon Laveran (32) hervorhebt, bei den in den Blutscheiben eingeschlossenen Gebilden am besten durch die Ortsveränderungen der in ihnen enthaltenen Melaninkörnchen verfolgen, während die ausserhalb der Blutkörper gelegenen — welche im gefärbten Präparat in überzeugender Weise schwer demonstrirbar sind — mässig schnelle kreisende Bewegungen ausführen, die sich unter Anwendung geeigneter Methoden noch länger als drei Tage nach ihrer Entnahme aus dem Organismus deutlich nachweisen lassen.

Im lebenden Blut glaube ich auch mit Bestimmtheit eins der von Laveran wohl fälschlich als charakteristische Form seines Parasiten aufgefassten flagellatenartigen Gebilde (33) gesehen zu haben, was mir im gefärbten Präparat nicht gelungen ist.

Auf die Darreichung von Chinin reagirten die „Plasmodien" auf das Prompteste. Auf die erste Dosis folgte noch eine Fiebererhebung, während deren mir in einer Reihe von Präparaten nur noch der Nachweis eines der Organismen gelang. Von da an hörten die Anfälle auf und die „Plasmodien" verschwanden gänzlich und dauernd aus dem Blut.

Ich habe bereits erwähnt, dass es mir bei den beiden ersten Intermittensfällen, der Quartana und Tertiana, nicht gelungen war, die beschriebenen Bilder zu erhalten.

Nachdem ich meinen Blick für diese Dinge geschärft, unterzog ich meine alten vom Frühjahr und Sommer her aufbewahrten Präparate einer nochmaligen sorgfältigen Durchforschung und war in der That so glücklich, bei der Tertiana, von welcher ich mit Blut beschickte Deckgläschen von jeder Phase der Krankheit herrührend aufbewahrt hatte, die charakteristischen Gebilde, zwar in sehr spärlicher Zahl, aber doch in unverkennbarer Deutlichkeit aufzufinden.

Nicht so glücklich war ich bei der Quartana. Es war der erste Intermittensfall, den ich untersuchte, und ich hatte es leider versäumt, mit dem Blut beschickte Deckgläschen aufzubewahren, um sie nachträglich nach den als zweckmässig erkannten Methoden zu behandeln. Die erhaltenen, nach anderen Methoden gefärbten Präparate erwiesen sich als wenig befriedigend; vielleicht war dies der Grund, weswegen ich trotz eifrigsten Suchens zu einem überzeugenden positiven Resultat nicht kommen konnte; andererseits glaube ich aber auch den Umstand nicht ausser Betracht lassen zu dürfen, dass es sich in diesem Fall um ein im Anschluss an eine eingreifende antiluetische Mercurialcur entstandenes Intermittensrecidiv handelte; dass es also als nicht völlig ausgeschlossen angesehen werden kann, dass Lues oder Quecksilber von irgend welchem Einfluss auf die Malariaorganismen gewesen sind.

Denn für etwas anderes als Organismen kann ich die beschriebenen Gebilde nicht ansehen, ebenso wenig wie irgend Jemand von denen, welche sie einmal im lebenden Blut sich herumbewegen sahen, und es scheint mir kaum glaublich, dass ein Forscher, der dies gethan, von einer „Protoplasma-Bewegung des Blutkörperchens, welche für einen Degenerationszustand desselben charakteristisch sei“, sollte reden können (34). Ein nicht ganz geringer Theil der Gegner des „Plasmodiums“, und nicht zum letzten die, welche am allerenergischsten gegen dasselbe aufgetreten sind, befinden sich freilich von vornherein insofern im Nachtheil, als sie zugestehen müssen, niemals vergleichende Untersuchungen des Malariablutes mit normalem resp. anderweitig pathologisch verändertem Blut vorgenommen zu haben (35).

Ich habe speciell auf die gegentheiligen Behauptungen von Rosenstein (20) (Kopenhagener Congress), Dujardin (22), Schiavuzzi (22) und L. Pfeiffer (21), welche das Vorkommen ganz ähnlicher Gebilde bei anämischen Zuständen, Typhus-, Scharlachkranken und Vaccinirten behauptet haben, Blutuntersuchungen bei einer grossen Zahl derartiger, sowie anderweitiger Kranker vorgenommen. Ich habe auch bei Anwendung genau der gleichen Methoden niemals einen Befund gehabt, welcher zu einer Verwechselung hätte Anlass geben können.

Aus dem positiven Befund in zwei Fällen allein ist vielleicht nicht allzuviel zu folgern. Als Bestätigung des in Tausenden von Fällen im Ausland gemachten Befundes hat auch er wohl seine Bedeutung, namentlich da er aus einem Lande kommt, aus welchem er bisher ausblieb und in welchem eben wegen des negativen Ausfalles aller in dieser Richtung angestellten Untersuchungen der ausländischen Lehre ein begreiflicher Skepticismus entgegengebracht wurde. Ich zweifle nicht, dass weiteres Forschen auch in Deutschland zu weiteren positiven Ergebnissen führen wird.

Es handelt sich in der That bei den Laveran'schen „Plasmodien“ um Lebewesen, welche bei anderen Krankheiten als bei Intermittens im Organismus nicht nachweisbar sein dürften.

Ist diese Thatsache aber erst einmal unbestreitbar sichergestellt, so wird gegen die ätiologische Bedeutung dieser Organismen für die Malaria — oder für gewisse Formen der Malaria — ein ernstlicher Einspruch nicht mehr erhoben werden können, so wenig wie gegen die der Recurrensspirillen oder die der Cholera- und Typhusbacterien, an deren Bedeutung in unserer Zeit wohl kaum mehr irgend ein Zweifel gehegt wird, obwohl auch für sie die Beweiskette im Sinne der klassischen Koch'schen Forderung als geschlossen nicht erachtet werden kann.

Der naturgeschichtlichen Stellung der Malariaorganismen stehen wir ja freilich noch ebenso ungewiss gegenüber, wie der der Recurrensspirillen.

Ob die Annahme, dass es sich um Schleimpilze oder um Sporozoën handelt, aus deren Klasse ja eine Reihe von der äusseren Form nach in vieler Hinsicht verwandten Arten als thierische Parasiten bekannt sind (37), sich schliesslich als die richtige erweisen wird, ob gar Danilewski (38) Recht behalten sollte, welcher annimmt, dass zwei verschiedene Arten von Organismen in dem Blut von Malariakranken neben einander leben, das sind Fragen, die erst dann ihre bestimmte Antwort finden werden, wenn es gelungen sein wird, den Entwickelungsgang unseres Organismus direct unter dem Mikroskop und in der Cultur zu studiren und experimentell durch ihn die Krankheit wieder zu erzeugen. Davon aber sind wir einstweilen noch weit entfernt, wenn auch bei dem zweifellos durchaus facultativen Parasitismus des Malariaerregers und der als ziemlich sicher anzunehmenden Empfänglichkeit gewisser Thiergattungen für denselben (39) die Hoffnung, dass dies gelingen werde, durchaus nicht als aussichtslos angesehen werden darf.

Die Weiterverfolgung dieser Richtung der Malariaforschung ist freilich in Deutschland, wo auch an einem der grössten Krankenhäuser Monate vergehen, ehe als Rarissima avis ein sicherer, noch dazu durch keine specifische Therapie beeinflusster Malariafall zur Beobachtung kommt, wenig Erfolg versprechend und wir werden dieselbe wohl unseren rührigen Fachgenossen jenseits der Alpen überlassen müssen, welchen, wie Celli und Guarnieri, in einem Sommer und an einem Krankenhaus ein Untersuchungsmaterial von über 2000 Malariafällen zur Verfügung steht (40).

Das, worin auch der Arzt in Deutschland, namentlich aber der in Malariagegenden reisende Arzt, wesentlich die Lehre von der Malariainfection fördern kann, ist die Weiterverfolgung des rein diagnostischen Moments.

Die mannigfachen Gestaltveränderungen, welche die Malariaparasiten während ihres Entwickelungsganges zeigen, sind vielleicht in ihrer speciell diagnostischen und prognostischen Bedeutung in etwas voreiliger Weise überschätzt worden.

Der Angabe gegenüber, dass dieselben nicht allein ohne Weiteres die Stellung der Diagnose „Malaria“, sondern auch die Differentialdiagnose zwischen Tertiana und Quartana, ja die bestimmte Prognose der Zeit und Intensität des nächsten Fieberanfalles gestatten sollten (41), ziemt sich den beschränkenden Aeusserungen Celli's (42) und selbst Golgi's (42) gegenüber, der diese Gesetze zuerst aufstellte, einstweilen wohl noch eine gewisse Reserve. Ich selbst war trotz genauester Beachtung gerade dieses Punktes nicht im Stande, irgend eine bestimmte Form der Parasiten mit

einer bestimmten Phase der Krankheit in Parallele zu setzen, ebensowenig wie ich aus der Zahl der im Blute enthaltenen Parasiten auf die Intensität des zu erwartenden Anfalles zu schliessen mich berechtigt fand.

Die Plasmodien verminderten sich im Allgemeinen mit Einsetzen des Schüttelfrostes, um mit der Entfieberung allmählich wieder an Zahl zuzunehmen.

Auch bestimmte, für den Anfall selbst charakteristische Formen, die „Gänseblümchen-“ oder „Sonnenblumenform“ nachzuweisen, gelang mir durchaus nicht.

Aber angenommen auch, dass die Golgi'schen Gesetze eine ganz allgemeine Gültigkeit nicht beanspruchen könnten, so ist damit die Bedeutung der „Malaria-Plasmodien“ für die Diagnose doch kaum in erheblicher Weise herabgesetzt.

Gerade für die mannigfachen schweren, für die Tropen charakteristischen Fieberformen ist ein sicheres diagnostisches Moment von der allergrössten, praktischen Bedeutung. Es ist sowohl nach der Verschiedenartigkeit des Verlaufes als auch nach der verschiedenen Beeinflussbarkeit durch Medicamente sehr wahrscheinlich, dass die Malaria ein ätiologisch einheitlicher Krankheitsbegriff nicht ist, — wie sich dies ja auch für den Typhus erst vor verhältnissmässig kurzer Zeit herausgestellt hat. Glaubt doch schon für die verschiedenen Formen der italienischen Malaria ein so gründlicher Kenner derselben wie Golgi, drei verschiedene Species von Organismen verantwortlich machen zu müssen (43). Die bestimmten Angaben namhafter Forscher über einen durchaus negativen Blutbefund lassen ferner die Annahme einstweilen als berechtigt erscheinen, dass es auch malariaähnliche Krankheiten giebt, welche nicht auf dem Vorhandensein der Laveran'schen Blutparasiten beruhen, Krankheiten, welche — ätiologisch verschieden — vielleicht auch in anderer — klinischer — Beziehung ihre Besonderheiten bieten.

Zur Klärung dieser Verhältnisse kann jeder in Malariagegenden reisende Arzt, ja jeder Schiffsarzt, leicht werthvolle Beiträge liefern, auch wenn er, was ja an Bord keineswegs immer leicht, nicht in der Lage ist, seine Präparate selbst zu untersuchen.

Es möge mir gestattet sein, zum Schluss kurz das von mir zu obigem Zweck nach vielfachen Versuchen als einfachstes erprobte Verfahren bei Gewinnung der Präparate kurz anzugeben, bei dessen stricter Befolgung eine Verwechselung der Malariaorganismen mit artificiellen Blutveränderungen nicht leicht erfolgen wird; dass sich dazu nicht auch eine Reihe anderer Methoden eignet, will ich hiermit selbstverständlich nicht behaupten.

Das durch tiefen Nadelstich in die Fingerkuppe (44) erlangte Blut wird unmittelbar nach Hervortreten des Blutstropfens mittelst eines reinen trockenen Deckgläschens, welches man nicht mit den Fingern, sondern mittelst einer breiten Pincette handhabt (Ehrlich), aufgefangen und sofort durch einmaliges kräftiges Ueberstreichen mit einem in einem Holz- oder Glasstäbchen befestigten Glimmerspatel auf Fliesspapierunterlage in möglichst dünner Schicht vertheilt. Diese Procedur geht schneller vor sich als das Abziehen zweier Deckgläschen nach Ehrlich und conservirt wenigstens nach meinen Erfahrungen die Formelemente des Blutes besser. Bei Anfertigung mehrerer Präparate empfiehlt es sich, jedesmal den alten Blutstropfen wegzuwischen und einen neuen hervorzudrücken.

Das an den Deckgläschen angetrocknete Blut erhält sich in Deckglasschachteln aufbewahrt, monatelang brauchbar und zeigt auch nach dieser Zeit bei genügend langer Einwirkung der Farblösung die charakteristischen Eigenthümlichkeiten des Malariablutes in schönster Weise.

Diese in unseren Breiten durchaus genügende einfachste Art der Aufbewahrung dürfte sich in den Tropen nach den Erfahrungen, welche ich während eines vorübergehenden Aufenthaltes als Schiffsarzt in denselben zu machen Gelegenheit hatte, als nicht ausreichend erweisen. Unter diesen Umständen empfehle ich die Aufbewahrung der in Fliesspapier eingeschlagenen, genau etikettirten Präparate in einem mit absolutem Alkohol gefüllten, mit gut eingeschliffenem Deckel versehenen Präparatencylinder.

Zur Fixirung des Blutes auf dem Deckglas — diese Bedingung ist bei der letztgenannten Aufbewahrungsmethode bereits erfüllt — bediene ich mich in letzter Zeit ebenfalls immer des absoluten Alkohols, in welchem die Präparate 7 bis 10 Minuten verbleiben. Das Ziehen durch die Flamme ist nicht ohne Einfluss auf die Gestalt der Blutkörper und Malariaparasiten, das stundenlange Erhitzen auf dem Ehrlich'schen Kupferblech zeitraubend und für den genannten Zweck überflüssig. Aus dem Alkohol kommen die Präparate sofort in Blockschälchen mit der Farblösung; vorheriges Abtrocknen ist überflüssig.

Als Farblösung benutze ich mit Vorliebe eine Eosin-Methylenblaulösung und modificirt das von Czenzinski (45) angegebene Recept in folgender Weise:

Concentrirte wässerige Methylenblaulösung zur Hälfte mit Wasser verdünnt und mit dem halben Volumen einer $^1/_2$ procentigen Eosinlösung (in 60 procent. Alkohol) versetzt. Die Farblösung muss jedesmal unmittelbar vor dem Gebrauch filtrirt werden, die Zeitdauer der Färbung beträgt wenige Minuten bis 24 Stunden. Namentlich bei dieser längeren Fär-

bungszeit erhält man sehr schöne Bilder, die rothen Blutkörper und die Granulationen der eosinophilen Leukocyten sind rosa, die Kerne der Leukocyten dunkelblau, die Malariaparasiten hellblau gefärbt (46).

Zur photographischen Darstellung eignen sich nur mit Methylenblau gefärbte Präparate besser.

Nachtrag.

Ich bedauere, in dieser Arbeit nicht auch ausführlich einen vierten Intermittensfall besprechen zu können, welcher sich zur Zeit — d. h. bei Empfang der Correcturbogen — in Beobachtung befindet. Da die Untersuchung noch nicht abgeschlossen ist, will ich an dieser Stelle nur erwähnen, dass es sich um ein Recidiv einer in Sumatra erworbenen schweren Malaria handelt, bei welcher es mir gleichfalls gelang, die charakteristischen Organismen, und zwar in sehr grosser Menge, im Blut nachzuweisen.

Auf das diesem Fall gegenüber den oben besprochenen eigenthümliche, sowie auf das praktische Interesse, welches demselben in diagnostischer Beziehung zukommt, werde ich demnächst zurückzukommen haben.

Litteratur und Anmerkungen.

1. Ich muss es mir an dieser Stelle versagen, auf die sehr interessante Geschichte der Malariaforschung näher einzugehen, um dem Vorwurf zu entgehen, ein allzu grosses Missverhältniss zwischen der Ausdehnung des referirenden und des experimentellen Theils meiner Arbeit geschaffen zu haben. Nur das möge zur Orientirung des mit der Malarialitteratur nicht genauer vertrauten Lesers gesagt sein, dass von den älteren Forschern, Muscati, Voucquetin, Schwalbe u. s. w. specifische Gase als Erreger der Malaria angesehen wurden. Der Erste, der die organisirte Natur des Malariavirus annahm, war Mitchell (*On the cryptogamous original of malarial fever*. Philadelphia 1849). Salisbury bezeichnete eine Palmellenart, die er am Mississippi fand, Massy Mucedineen, die er in Ceylon entdeckte, Balestra mikroskopische Algen des Sumpfwassers der pontinischen Sümpfe, Eklund einen Pilz — Lymnophysalis hyalina —, Lanzi und Terrigi ein Bacterium bruneum, als Erreger der Malaria.

2. Klebs und Tommasi-Crudeli, *Archiv für experimentelle Pathologie*. 1879. Bd. II.

3. Die hauptsächlichsten Werke von Laveran sind: *Comptes rendus*. 1882. Nr. 8 u. 17. — *Traité des fièvres paludéenes*, Paris 1884. — Les Hématozoaires du Paludisme. *Annales de l'Institut Pasteur*. 1887. Bd. I.

4. Ziehl, *Deutsche medicinische Wochenschrift*. 1882. Nr. 48.

5. von Sehlen, *Fortschritte der Medicin*. 1884. Bd. II.

6. Camillo Golgi, Ueber den angeblichen Bacillus Malariae von Klebs, Tommasi-Crudeli und Schiavuzzi. *Beiträge zur pathologischen Anatomie und zur allgemeinen Pathologie*. Herausgegeben von Ziegler und Nauwerck. 1888. Bd. IV. S. 419. — Incontro al preteso „Bacillus Malariae" di Klebs, Tommasi-Crudeli e Schiavuzzi. *Archivio per le scienze mediche*. 1889. Fasc. 1. — G. wendet sich vorzugsweise gegen die Schiavuzzi'schen Untersuchungsmethoden. S. experimentirte an 3 Kaninchen mit dem Bacillus Malariae, kam aber nicht einmal an diesen zu übereinstimmenden Resultaten, was ihn nicht hindert, seine Experimente als beweiskräftig anzusehen.

7. Schiavuzzi, Ueber Malaria im Allgemeinen und besonders in Istrien. Internationaler Congress für Hygiene und Demographie zu Wien 1887. *Ricerche sulla natura della Malaria eseguite dal* Dr. Bernardo Schiavuzzi in Pola. — *Rendiconti della R. Accademia dei Lincei. Classe di scienze fisiche mathematiche e naturali*. Seduta del 5. Dec. 1886 (par Tommasi-Crudeli).

8. Ferdinand Cohn, Ueber die Aetiologie der Malaria. *Wanderversammlung der Schlesischen Gesellschaft für vaterländische Cultur*. Breslau, 19. Juni 1887.

9. Marchiafava und Celli, *Fortschritte der Medicin*. 1883. Nr. 18. — Blutveränderungen bei Malaria. *Archives ital. de biologie*. Bd. V. Fasc. 2. — *Atti della R. Accademia dei Lincei*. 1884. — Untersuchungen über die Malariainfection. *Fortschritte der Medicin*. 1885. S. 339 u. 789. — Studi ulteriori sulla infezione malarica. *Archivio per le scienze mediche*. 1886. Vol. X. Nr. 9. p. 185. — Sulla infezione malarica. *Estratto dagli Atti della R. Accademia dei Lincei Anno XIII*. 1886 - 1887. Serie VI. Vol. III. — Sull' intima struttura del Plasmodium malariae. *Riforma medica*. 1888. Nr. 208 u. 236.

10. Camillo Golgi, Sull' infezione malarica. *Archivio per le scienze mediche*. Vol. X. Fasc. 1. — Ancora sull' infezione malarica. *Gazetta degli Ospitali Anno VII*. 1886. Nr. 72. — Ueber den Entwickelungskreislauf der Malariaparasiten bei der Febris tertiana. *Fortschritte der Medicin*. 1889. Nr. 3. S. 81.

11. Czenzinski-Odessa, Zur Lehre über den Organismus des Malariafiebers. *Centralblatt für Bacteriologie und Parasitenkunde*. 1838. Bd. III. Nr. 15.

12. Metschnikoff, Zur Lehre von den Malariakrankheiten. *Russkaja Medizina*. 1887. Nr. 12. p. 207. Referat: *Centralblatt für Bacteriologie*. I. Jahrg. Bd. I. Nr. 21.

13. Sacharoff, Untersuchungen über den Parasiten des Malariafiebers. *Centralblatt f. Bacteriol*. 1889. Nr. 13. S. 452. — Ueber die Aehnlichkeit der Malariaparasiten mit denjenigen der Febris recurrens. Referat: *Ebenda*. 1889. Bd. V. Nr. 12.

14. Councilman and Abbot, A contribution to the pathology of malarial fever. *Amer. Journal of the med. sc*. 1885. p. 416. — Councilman, Certain elements found in the blood in cases of malarial fever. *Transact of assoziation of american physicians*. Philadelphia 1886. p. 89. — Further observations on the blood in cases of malarial fever. *Medical News*. 1887. Vol. I. Nr. 3. p. 59. — Neuere Untersuchungen über Laveran's Organismen der Malaria. *Fortschritte der Medicin*. 1888. Nr. 12 und 13.

15. G. M. Sternberg, (The malarial germ of Laveran. *The med. Record*. May 1886, Vol. XXIX, Nr. 18), hat in Baltimore in einem Malariafalle die Plasmodien im Blute gefunden und deren amöboide Bewegungen gesehen.

16. Osler, An adress on the hematozoa of malaria. *Britt. med. Journal*. 1887. Nr. 1367. — The hematozoa of malaria. *Transactions of Pathological society of Philadelphia*. 1887. Vol. XII and XIII. p. 45.

17. Richard, *Comptes rendus*, 1882. Nr. 8. — Ferrand, *Le paludisme à Madagascar*. Montpellier 1887. — Laveran, Les Hématozoaires du Paludisme. *Annales de l'Institut Pasteur*. 1887. Bd. I.

18. Laveran, *Les Hématozoaires du Paludisme*.

19. Hoffmann will bei perniciöser Anämie ähnliche Gebilde wie die Laveran'schen Protozoën im Blute gesehen haben. (*Untersuchungen über Spaltpilze im menschlichen Blut*. Berlin, Hirschwald 1884. Taf. II. Fig. 14.)

Mir ist das nicht gelungen.

20. Rosenstein behauptete auf dem Kopenhagener Congress, ähnliche Gebilde im Blut von Typhuskranken gesehen zu haben. Ich bin bei einer grösseren Zahl von Typhusblutuntersuchungen nicht so glücklich gewesen.

21. L. Pfeiffer, Das Vorkommen der Marchiafava'schen Plasmodien im Blut von Vaccinirten und von Scharlachkranken. *Diese Zeitschrift*. 1887. Bd. II. S. 397. — Ich habe eine grosse Zahl von Scharlachkranken und Vaccinirten untersucht, aber niemals „Plasmodien" in ihrem Blute gefunden.

22. Dujardin. Derselbe will bei Verhinderung der Verdunstung des Blutes und bei Zusatz von schwach alkalischer Lösungen ähnliche Gebilde im normalen

Blut beobachtet haben. *Encyclopaedie Roret Atlas.* p. 3. Figg. 8 u. 9. Mir gelang auch das nicht. Herr Dr. Schiavuzzi giebt an, bei Thieren, welche er mit seinem Bacillus malariae inficirt hatte, ganz ähnliche Blutveränderungen künstlich erzeugt zu haben, wie sie bei der Malaria beobachtet wurden. Das würde allerdings die ganze Lehre vom Malariaplasmodium über den Haufen werfen, — wenn es gelänge. Ich gestehe, in der Hinsicht nicht competent zu sein, da Herr Dr. Schiavuzzi auf meine Bitte um Ueberlassung einer Cultur seines Bacillus nicht reagirte, ich also auch nicht in die Möglichkeit versetzt war, sein Experiment nachzuprüfen.

Ausser den unter 19, 20 und 21 genannten Autoren haben Einspruch gegen die Auffassung des „Plasmodium malariae" als Parasiten in specielleren Ausführungen erhoben:

Klebs, *Die allgemeine Pathologie oder die Lehre von der Ursache und dem Wesen der Krankheiten.* I. Theil. — Tommasi-Crudeli, Il Plasmodium malariae di Marchiafava, Celli e Golgi.) *Rendiconti della R. A. d. L.* 1886. Vol. II. I. Semestre. p. 313. — Ricerche sulla natura della malaria eseguite dal Dr. Bernardo Schiavuzzi in Pola. *Rendiconti della R. Accademia dei Lincei. Classe di scienze fisiche, mathematiche e naturali.* Seduta del 5. December 1886. — Stato attuale delle nostre conoscenze della natura della malaria e sulla bonifica dei paesi malarici. *Rendiconti della R. Accademia dei Lincei di Roma.* Sitzung vom 1. Mai 1887. — Carlo Baruggi, Sulle critiche mosse al Plasmodium malariae. *Estratto dal giornale la Riforma medica.* Agosto 1886. — Ferdinand Cohn. Vgl. 8. — Mosso, *Communicazioni preliminari sulla trasformazione dei corpusculi rossi in leucocyti.* — *Die Umwandlung der rothen Blutkörper in Leukocyten und die Nekrobiose der rothen Blutkörper bei der Coagulation und Eiterung.* Vorläufige Mittheilung. — Des Letzteren Ausführungen, welche auch in physiologischer Hinsicht manches Befremdende enthalten, wurden speciell widerlegt durch: Marchiafava e Celli, Sulla infezione malarica. *Sui rapporti fra le alterationi del sangue di cane introdotto nel cavo peritoneale degli uccelli e quello del sangue dell' uomo nell' infezione malarica*; sowie durch Cattaneo e Monti, Alterazioni degenerative dei corpusculi rossi del sangue ed alterationi malariche dei medesimi. Diagnosi differenziale. *Archivio per le scienze mediche.* 1886. Vol. XII. Nr. 6.

23. *Bericht vom internationalen Congress für Hygiene und Demographie zu Wien.* 1887.

24. Baumgarten, *Lehrbuch der pathologischen Mykologie.* S. 950.

25. Schellong, Weitere Mittheilungen über die Malaria in Kaiser-Wilhelmsland. *Deutsche medicinische Wochenschrift.* 1889. Nr. 35 u. 36.

27. Celli und Guarnieri, Ueber die Aetiologie der Malariainfection. *Fortschritte der Medicin.* 1889. Bd. VII. Nr. 15.

28. A. a. O. p. 525.

29. A. a. O. p. 532.

30. Ehrlich, Zur Physiologie und Pathologie der Blutscheiben. *Charité-Annalen.* 1885.

31. Ich benutze als Heizkasten einen kleinen Brutschrank, dessen Vorderwand aus einer doppelten Glasplatte besteht. Der abnehmbare Deckel, welcher aus zwei Theilen besteht, hat je zwei einander entsprechende, halbkreisförmige Ausschnitte für den Tubus und die Stativsäule des Mikroskopes. Die horizontale und verticale Verstellung des Objecttisches geschieht durch Gelenkschrauben, deren Griffscheiben aus dem Deckel des Heizkastens führen, so dass die Verschiebung des Präparates ohne Oeffnung des Heizkastens möglich ist. Die Temperatur im Innern des Heizkastens

wird durch die Lautenschläger'sche elektrische Contactthermometerregulirung auf völlig constanter Höhe gehalten (vgl. *Centralblatt für Bacteriologie*, 1889, Nr. 1); das Einsetzen des Mikroskopes in den Heizkasten — der nebenbei natürlich als Brütofen verwendbar ist — geschieht innerhalb weniger Minuten.

Ich werde auf die Vorzüge dieser Modification des heizbaren Objecttisches noch bei anderer Gelegenheit zurückkommen.

32. Laveran, Les Hématozoaires du Paludisme. *Annales de l'Institut Pasteur*. 1887. Bd. I.

33. A. a. O.

34. Tommasi-Crudeli, Il Plasmodium di Marchiafava, Celli e Golgi. *Rendiconti della R. Accademia dei Lincei di Roma*. 1886. Vol. II. 1. Semest. p. 313.

35. z. B. Mosso. Vgl. Marchiafava e Celli, Sulla infezione malarica. *Sui rapporti fra le alterazioni del sangue di cane introdotto nel cavo peritoneale degli uccelli e quelle del sangue dell' uomo nell' infezione malarica.*

37. Mitrofanow et Danilewski, Matériaux pour servir à la Parasitologie du sang. *Archives slaves de biologie*. 15 mars 1886. — Danilewski, Zur Frage über die Identität der pathogenen Blutparasiten des Menschen und der Hämatozoën der gesunden Thiere. *Centralblatt für die medicinischen Wissenschaften*. Jahrg. 1886. Nr. 41 u. 42. — *La Parasitologie comparée du sang I.* Charkoff 1889. — Vgl. auch Aimé Schneider, *Archives de Zoologie Experimentale et Générale*. Tome dixième 1882. Contribution à l'étude des grégarines.

Derselbe beschreibt Organismen aus der Classe der Gregarinen, welche als Parasiten in den inneren Organen von Gastropoden und Schnecken leben. Beschreibung und Abbildungen legen die Vermuthung nahe, dass es sich um Organismen handelt, die den Malariaparasiten sehr nahe stehen (z. B. Clossia soror). In der Hinsicht vergleiche auch die Beschreibung der von Griffith Evans entdeckten Surraparasiten.

38. Danilewski, *Centralblatt für d. medicinischen Wissenschaften*. Jahrg. 1886. Nr. 41 u. 42.

39. Spontane Erkrankung von Thieren an Malaria scheint zwar nicht besonders häufig zu sein, wird aber doch von verschiedenen Autoren als vorkommend angegeben. Vgl. Bordier, *la Geographie médicale*, le Paludisme.

Derselbe giebt an, dass nach dem Bericht glaubwürdiger Thierärzte die Rinderheerden in den Fiebergegenden Algiers durch die Krankheit decimirt würden. In Indien und Ostafrika wird das ziemlich häufige Erkranken von Hunden an Malaria behauptet. Wenn ich durch einen bei der Wissmann'schen Truppe in Ostafrika stehenden Verwandten recht berichtet bin, so hat Wissmann bei der Auswahl von Hunden für die Schutzgebiete bestimmte Raçen bevorzugt, „welche Chinin vertragen", da Malariaerkrankungen bei Hunden dort sehr häufig seien. Ich mache diese immerhin interessante Mittheilung natürlich mit aller Reserve.

Hertz, (v. Ziemssen's *Pathologie und Therapie*) sagt darüber: „Die Disposition der Hausthiere in Malariagegenden ist sehr viel geringer als die der Menschen. In Holland, Ostfriesland und Westphalen scheint sie ganz zu fehlen, dagegen mehr in südlichen Gegenden vorzukommen. Man hat das gewöhnliche Wechselfieber meist im tertianen Typus bei Pferden, Kühen, Hunden, Schweinen und Hühnern beobachtet, daneben auch perniciöse Formen (Rivolta 9 mal beim Rindvieh) Sumpfkachexie mit Milztumor und spontaner Milzruptur." — Die experimentelle Infection von Thieren ist bisher nicht mit Sicherheit gelungen. Die positiven Angaben von Cuboni und Marchiafava (*Archiv für experimentelle Pathologie*, Bd. XIII, S. 265) haben eine

Bestätigung nicht gefunden, trotz vielfältiger Nachprüfung seitens französischer und italienischer Forscher. Auch Fischer - Kiel berichtet über den negativen Erfolg zweier an Affen vorgenommenen Uebertragungsversuche (*Internationaler Congress für Hygiene und Demographie zu Wien*, 1887). — Vgl. Laveran, *L'union médicale*. 1881. Hft. 95.

40. Celli und Guarnieri, Ueber die Aetiologie der Malariainfection. *Fortschritte der Medicin*. 1889. Nr. 14. S. 522.

41. Camillo Golgi, Sull' infezione malarica. *Archivio per le scienze mediche*. Vol. X. Fasc. 1. — Ancora sulla infezione malarica. *Gazetta degli Ospitali Anno VII*. 1886. Nr. 72.

42. Celli und Garnieri, Ueber die Aetiologie der Malariainfection. *Fortschritte der Medicin*. 1889. Nr. 14. S. 529.

43. Congress der Assoziazione medica Italiana zu Padua, 22—27. Sept. 1889. Bericht in der *Riforma medica*.

44. Councilman (Neuere Untersuchungen über Laveran's Organismen der Malaria, *Fortschritte der Medicin*, 1888, Nr. 12 u. 13), zieht die Untersuchung des Milzblutes vor. Die Punktion der Milz ist indess nach neueren Veröffentlichungen nicht absolut gefahrlos, zu dem hier verfolgten Zweck nach Celli und Guarnieri (vgl. 42, S. 534) durchaus unnöthig.

45. Czenzinski, Zur Lehre über den Mikroorganismus des Malariafiebers. *Centralblatt für Bacteriologie und Parasitenkunde*. II. Jahrg. 1888. Bd. III. Nr. 15.

46. Celli und Guarnieri empfehlen in ihrer letzten Veröffentlichung (vgl. 42, S. 523) als Farblösung eine Lösung von Methylenblau in Ascitesflüssigkeit. Wenn ich auch nicht bestreiten will, dass bei Anwendung dieser Farblösung gewisse feinere Details in der Structur der Malariaorganismen deutlicher hervortreten — ich selbst konnte mich davon nicht mit Sicherheit überzeugen — so ist ihre Anwendung zum rein diagnostischen Zweck gewiss unnöthig.

[Aus dem hygienischen Institut der Universität Göttingen.]

Ueber die Bedeutung des Ozons als Desinficiens.

Von

Dr. **Hermann Sonntag.**

Seit Schönbein im Jahre 1840 aus dem Auftreten eines eigenthümlichen „phosphorartigen" Geruches bei der Elektrolyse des Wassers und bei dem Ausströmen der Elektricität von den Conductoren der Elektrisirmaschine aus, sowie aus der negativen Polarisation von Gold- und Platinstreifen nahe bei der Spitze eines geladenen Conductors, zuerst mit Bestimmtheit auf das Vorhandensein einer bis dahin unbekannten Gasart schloss, welcher er ihrer hervorstechendsten Eigenschaft wegen den Namen „Ozon", riechendes Gas, beilegte, haben Chemiker und Meteorologen, nicht minder aber Physiologen, Aerzte und Hygieniker, gewetteifert, das Wesen und die Bedeutung dieses eigenartigen Stoffes zu ergründen oder ihm praktisch wichtige Seiten abzugewinnen.

Die chemischen Untersuchungen zahlreicher Forscher fanden, soweit sie sich auf die Constitution des Ozons beziehen, durch Soret und Brodie ihren Abschluss, welche auf verschiedenen Wegen den Nachweis führten, dass die schon von de la Rive und Marignac als lediglich aus Sauerstoff bestehend erkannte Gasart letzteren auf $^2/_3$ seines Volums im gewöhnlichen Zustande verdichtet enthält, dass also, gewöhnlichen Sauerstoff als zweiatomig vorausgesetzt, dem Ozon die Molecularformel O_3 zuzuschreiben ist.

Als die hervorragendste chemische Eigenschaft dieses Gases, welche sich aus der leicht durch die verschiedensten Agentien hervorzurufenden Umsetzung zu gewöhnlichem Sauerstoff unter Freiwerden eines Sauerstoffatoms erklärt, kannte man schon längst seine, besonders im feuchten Zustande äusserst kräftige, oxydirende Wirkung, vermöge deren es viele

Sauerstoffverbindungen von Metallen und Nichtmetallen in die höheren Oxydationsstufen überzuführen und sogar metallisches Silber unter Bildung von Silbersuperoxyd anzugreifen vermag. Insbesondere fand der Umstand Beachtung, dass auch die meisten organischen Verbindungen, selbst widerstandsfähigere Objecte — wie Kork, Kautschuk, Papier — durch Ozon leicht zerstört und organische Farbstoffe dabei sehr energisch — viel stärker als durch Chlor — gebleicht werden.

I. Das atmosphärische Ozon und seine hygienische Bedeutung.

Das aussergewöhnlich hohe Oxydationsvermögen des Ozons hatte, zumal seit dessen regelmässiges Vorkommen in der Atmosphäre sichergestellt schien, sehr bald weitgehende Vermuthungen über seine Bedeutung im Haushalte der Natur und speciell für Organismen verschiedenster Art wachgerufen. So war man gern geneigt, die — durch Versuche von Houzeau, Fox, Wolffhügel u. A. bestätigte — Thatsache, dass die Luft an bewohnten Orten, besonders in grossen Städten, weit ärmer an Ozon ist als im Freien und dass dieselbe in geschlossenen Wohnräumen unter gewöhnlichen Umständen überhaupt kein Ozon enthält, sowie die unter Anderen von Scoutetten nachgewiesene Zunahme des Ozongehaltes mit der Höhe über dem Erdboden — dahin zu erklären, dass die von den Wohnstätten und den Lebensprocessen von Menschen und Thieren bezw. vom Boden ausgehenden vielfachen Verunreinigungen der Luft ihre Zerstörung fänden durch das Ozon, welches in entsprechender Menge zu dieser luftreinigenden Wirkung verbraucht werde. Bestimmten Anhalt für diese Vermuthung gewährte einmal die von Carius[1] nachgewiesene Oxydation des Ammoniaks zu salpetriger Säure und Salpetersäure und ferner der durch Palmieri[2] bekannt gewordene Umstand, dass Luft beim Durchströmen durch lange Glasröhren einen Verlust an Ozon erleidet. Letzteres ist nämlich nach den Untersuchungen von Fox[3] und Wolffhügel[4] nicht, wie jener Beobachter und auch Houzeau geglaubt, auf Reibung zurückzuführen, sondern beruht darauf, dass Ozon zur Oxydation des im Innern der Röhren niedergeschlagenen Staubes, und zwar organischer Bestandteile desselben, verbraucht wird. Damit war also dargethan, dass das atmosphärische Ozon im Stande ist, sowohl gasförmige wie staubförmige Verunreinigungen der Luft zu zerstören, aber es ist noch unentschieden geblieben, ob diese Einwirkung auch quantitativ be-

[1] *Annalen der Chemie und Physik.* Bd. CLXXIV. S. 31.
[2] *Compt. rend.* 1872. p. 1266.
[3] Cornel B. Fox, *Ozone and Antozone.* London 1873.
[4] *Zeitschrift für Biologie.* Bd. XI. S. 428 ff.

deutend genug ist, um im grossen Haushalt der Natur wesentlich in Betracht zu kommen. Die luftreinigende Wirkung des atmosphärischen Ozons im Allgemeinen lässt sich nicht gut bemessen. Denn bei der von mannigfaltigen und wechselnden Bedingungen abhängigen und deshalb nicht controlirbaren Entstehung und Inanspruchnahme des Ozons ist, wie besonders Fox[1] und Wolffhügel[2] betont haben, nie sicher zu entscheiden, wodurch die Schwankungen im Ozongehalte der Atmosphäre bedingt sind, ob z. B. ein höherer Ozongehalt in erster Linie auf eine Zunahme in der Ozonlieferung oder auf eine Abnahme im Ozonverbrauch zurückzuführen ist. So werden bei Gewittern Ozon verbrauchende Luftbestandteile offenbar schon durch den Regen zum grossen Theil beseitigt, und wir wissen nicht, wie weit der höhere Ozongehalt schon hierdurch bedingt ist.

Freilich ist der Ozongehalt der Luft — nach Davy[3] etwa 1 ^{mg} in 100 ^{cbm} — gewöhnlich so gering, dass ein wesentlicher Einfluss desselben auf die Beschaffenheit der Atmosphäre zufolge der quantitativen Betrachtung wenigstens unwahrscheinlich ist. In geringen Mengen unterstützen vermuthlich noch andere Körper, wie salpetrige Säure und Wasserstoffsuperoxyd, das Ozon in Hinsicht der Luftreinigung, was uns die Beurtheilung der Leistungen des Ozons gleichfalls erschwert.

Ausser dieser allgemeinen Bedeutung hat man nun aber dem Ozon noch besondere Wirkungen, so die Vernichtung von Krankheitserregern, zugeschrieben. Gestützt auf den so entschieden activen Charakter des Gases, auch wohl auf gewisse Analogieen mit dem Chlorgas,[4] dessen Leistung als Bleichmittel vom Ozon sogar noch überboten wird, erklärte man das letztere für ein sehr wirksames Desinfectionsmittel, welches in dieser Hinsicht dem Chlor mindestens gleichzustellen sei. Als Bestandtheil der Atmosphäre sollte es die in der Luft schwebenden Krankheitskeime zerstören, Epidemieen verhüten oder beschränken, sein Fehlen dagegen sollte eine wichtige Bedingung sein für die zeitliche Disposition zur Entstehung infectiöser Krankheiten aller Art, insbesondere der Seuchen. Die Zuträglichkeit der Sommerfrische, des Aufenthaltes auf dem Lande, in Bädern und in Luftcurorten sollte hauptsächlich durch den hohen Ozongehalt der Luft, durch die grosse Reinheit der letzteren

[1] A. a. O. p. 74.
[2] A. a. O. S. 449.
[3] *Compt. rend.* t. LXXXII. p 900.
[4] Vgl. Houzeau, *Ann. d. chim. phys.* (4) t. XXVII. p. 17, Anmerkung. — Ferner: Engler, Historisch-kritische Studien über das Ozon. *Leopoldina* XV. S. 61 des Separatabdruckes.

und den belebenden Einfluss des Ozons auf den menschlichen Organismus bewirkt werden.

Dieser Auffassung folgend schritt man auf verschiedenen Wegen zur künstlichen Darstellung des Ozons, um es in der Prophylaxe und selbst in der Therapie zu verwerthen. Durch Zerstäuben von Wasser, Aetherverdunstung, Mischung von Kaliumhypermanganat und Schwefelsäure u. dgl., ferner mit Hülfe elektrischer Apparate und durch „Ozonwasser“ wollte man Wohnräume mit reiner Luft versehen, Krankenzimmer und Wäsche desinficiren, ja es tauchte der Vorschlag auf, in einer grossen, von der Cholera heimgesuchten Stadt ganze Viertel und womöglich selbst die Atmosphäre durch Ozonentwickelung im grossen Maassstabe in einen gesunderen Zustand zu versetzen,[1] und zahllos endlich sind die therapeutischen Versuche mit künstlich dargestelltem Ozon bei den verschiedensten Krankheiten.

Gegenüber diesem — wir wollen nicht verkennen — theoretisch nahe liegenden Glauben an eine hohe Bedeutung des Ozons für die Gesundheit und das Wohlbefinden des Menschen ist es nun wohl am Platze, darnach zu fragen, ob und welche Thatsachen sich mit der Zeit für dessen Begründung, namentlich hinsichtlich des Einflusses auf Infectionserreger, haben auffinden lassen. Wesentlich von zwei Seiten hat man dieselben zu erbringen gesucht. Einmal durch Beobachtungen über den Einfluss des Ozons auf pathologische Vorgänge — sei es, dass man die Frequenz und den Verlauf von Epidemieen in ursächlichen Zusammenhang mit den Schwankungen des atmosphärischen Ozongehaltes brachte, oder dass man Erfahrungen mit künstlich bereitetem Ozon bei verschiedenen Krankheiten herbeizog — und zweitens durch experimentelle Ermittelungen des Desinfectionswerthes. Sehen wir, wie es im Einzelnen mit diesen Beweisen steht.

Unter den Epidemieen war es im Wesentlichen die Cholera, deren verheerende Züge in den Jahren 1848 bis 1849, 1853 bis 1855 und 1866 die Veranlassung gaben zu vielfachen Erhebungen über den Einfluss der atmosphärischen Ozonschwankungen. Die bezüglichen älteren Angaben finden wir bei verschiedenen Autoren, namentlich in dem bekannten Werke von Fox[2] zusammengetragen und ausführlich erörtert dargestellt; in Betreff der Einzelheiten mag hier auf jene Zusammenstellungen der Ozon-Litteratur verwiesen sein. In der That liegt eine ansehnliche Reihe von Beobachtungen vor, denen zu Folge ein Steigen der Epidemie zusammen-

[1] Ixzed, Emploi de l'ozone dans le choléra. *Gaz. hebd.* 1884. t. XLII. p. 691.

[2] *Ozone and Antozone.* p. 126—136. — Vgl. Engler, Historisch-krit. Studien über das Ozon. *Leopoldina* XV. S. 59 des Separatabdruckes.

gefallen war mit dem Sinken des atmosphärischen Ozongehaltes, und umgekehrt. Aber diesen anscheinend für eine Mitwirkung des Ozons sprechenden Ergebnissen steht fast die gleiche Anzahl anderwärts gefundener widersprechender Thatsachen gegenüber, nach denen der Ozongehalt der Luft sich zur Zeit der Epidemie entweder nicht vermindert oder gar erhöht gezeigt hatte. Dazu kommt, dass die Methoden der Ozonbestimmung oder vielmehr der Ozonoskopie zur Zeit der in Rede stehenden Epidemieen wenig zuverlässige waren, und endlich verdient auch hier der schon hervorgehobene Umstand Beachtung, dass uns bis jetzt noch die nöthige sichere Grundlage für die Beurtheilung der atmosphärischen Ozonschwankungen fehlt, nämlich eine erschöpfende Kenntniss der Gesetze der Ozonlieferung in ihrem Verhältniss zum Ozonverbrauch. Und selbst wenn man ein zeitliches Zusammentreffen des Steigens und Fallens der Zahl der Erkrankungen und Todesfälle während einer Epidemie mit den entsprechenden Ausschlägen der Curven des Ozongehaltes der Luft nicht als zufällig ansehen will, bleiben verschiedene Möglichkeiten offen, dasselbe anders als in dem gewollten ätiologischen Sinne zu erklären. So kann, wie schon Fox[1] hervorhebt, die Verminderung des Ozongehaltes während einer Epidemie auch umgekehrt eine Folge der durch letztere bedingten Emanationen sein, oder vielleicht Ozongehalt und Epidemie unter Umständen zugleich durch meteorologische Verhältnisse beeinflusst werden.

In neuerer Zeit haben einzelne Beobachter bei Gelegenheit der letzten grösseren Choleraepidemieen in Frankreich in den Jahren 1871 und 1884 besonders auch den Einfluss des künstlich entwickelten Ozons auf die Ausbreitung und Intensität der Cholera zu ermitteln gesucht. Der schon erwähnte Vorschlag zur Reinigung der Luft von Ixzed[2] stützt sich auf dessen während der Choleraepidemie 1871 in einer grossen Stadt gemachte Erfahrung, dass in Häusern und Zimmern zweier Stadtviertel, in welchen er mittelst der Houzeau'schen Röhren Ozon entwickelte, kein Cholerafall zur Beobachtung gekommen war. Onimus,[3] welcher übrigens auch die Schwierigkeit der Messung des atmosphärischen Ozons und ferner wenigstens die Nothwendigkeit längerer Beobachtungen an demselben Orte betont, glaubt zunächst aus der Vergleichung der Ozonschwankungen zur Zeit der Epidemie und in den entsprechenden Monaten des Vorjahres eine ungefähre Uebereinstimmung zwischen geringerem Ozongehalt und grösserer Sterblichkeit, und umgekehrt, entnehmen zu können. Dann giebt er an, durch mässige Ozonentwickelung in Krankensälen mittelst des Ruhmkorff'schen

[1] A. a. O. Vgl. Wolffhügel, a. a. O. S. 447 ff.
[2] *Gaz. hebd.* 1884. t. XXIV. p. 691.
[3] *Ebenda.* p. 563, 578 und 845.

Inductors und Berthelot'scher Ozonröhren, „falls nicht leichtere Fälle vorlagen", ausgezeichnete Resultate erzielt zu haben, und glaubt daher einerseits an den prädisponirenden Einfluss des Ozonmangels und andererseits an die günstige Wirkung des atmosphärischen Ozons, welches die Ausbreitung einer Choleraepidemie beschränke.

Dass solche Erfahrungen nicht die Bedeutung eines wissenschaftlichen Beweises beanspruchen können, liegt auf der Hand, wenn auch durch die Verwendung künstlich dargestellten Ozons ein Theil der Schwierigkeiten der Beurtheilung hinweggeräumt wird. Nun hat aber die Aetiologie gerade der Cholera von ganz anderer Seite her eine Aufklärung der Art gefunden, dass auch die in Rede stehende Frage in einem neuen Lichte erscheint. Die von R. Koch entdeckten Choleraspirillen, deren ätiologische Bedeutung jetzt wohl kaum mehr bezweifelt wird, verlieren ihre Entwickelungsfähigkeit, sobald sie sich, wenn auch nur kurze Zeit, im Zustande vollständiger Trockenheit befinden. Dieselben sind, wenn in Staubform gebracht und dadurch zur Verbreitung durch Luftströmungen geeignet, nicht mehr entwickelungsfähig und konnten dementsprechend bisher auch mit Hülfe der biologischen Methode des Nachweises in der Luft niemals aufgefunden werden. Auf Cholerakeime, welche an der Erdoberfläche — sei es in Flüssigkeiten oder im Boden — niedergelegt sind, wird das atmosphärische Ozon einen nennenswerthen Einfluss nicht ausüben, weil die Luft ihren Gehalt an Ozon bei Berührung mit dem Boden durch dessen Verbrauch zur Oxydation von nicht pathogenen Dingen alsbald verliert, so dass Ozon stets nur zu den oberflächlichen Schichten kommen kann. Mithin liesse sich ein Einfluss des natürlichen oder künstlich erzeugten Ozons in der Luft auf Entstehung und Verlauf einer Choleraepidemie überhaupt nur denken durch eine Einwirkung desselben auf etwa in Betracht kommende meteorologische Verhältnisse — von denen jedoch nichts bekannt ist — oder auf den der Infection ausgesetzten Organismus, also durch Beeinflussung der allgemeinen oder individuellen Disposition bezw. auch des Allgemeinzustandes Erkrankter. Auch letzteres hat gewiss nicht viel für sich. Es mag erwähnt werden, dass Onimus, freilich ohne Berücksichtigung der Koch'schen Resultate, auch die Möglichkeit einer solchen indirecten Wirkung, und zwar durch Unterstützung der „Oxygenisation" des Blutes, in Betracht zieht. Inwiefern hierdurch gerade die Cholera beeinflusst werden soll, ist allerdings nicht ersichtlich. Die weitere Erörterung der Frage einer derartigen physiologischen Wirkung des Ozons liegt ausserhalb des Rahmens der mir gestellten Aufgabe. Es genügt, hier festzustellen, dass die bisherigen Untersuchungen über den Einfluss des Ozons auf die Cholera keine Spur eines wirklichen Beweises für die desinficirende Wirkung des atmosphä-

rischen oder künstlich dargestellten Ozons enthalten, dass dessen Anwendung im gasförmigen Zustande vielmehr mit grosser Wahrscheinlichkeit gerade für die Desinfection gegen Cholera als bedeutungslos bezeichnet werden muss.

Noch anderen epidemisch und endemisch auftretenden Krankheiten, wie der Malaria, dem Flecktyphus, der Pest,[1] hat man eine gewisse Abhängigkeit von dem Einflusse des Ozons zugeschrieben und selbst versucht, für das Fehlschlagen einer Reihe von Schutzimpfungen[2] einen besonders hohen Ozongehalt der Luft verantwortlich zu machen, doch gründen sich die betreffenden Angaben kaum auf mehr als blosse Vermuthungen.

II. Das künstlich erzeugte Ozon als Heilmittel.

Versuchen wir nun weiter, aus den bisher gemachten Erfahrungen über die therapeutische Verwendung des Ozons Anhaltspunkte für die Beurtheilung seines Verhaltens gegenüber den Infectionserregern zu gewinnen. Dabei ist zunächst das physiologische Gebiet wenigstens insoweit zu berühren, als es sich um die viel erörterte Frage handelt, ob das Ozon als solches in therapeutisch verwendbaren Mengen überhaupt in den Organismus einzudringen und darin nutzbar zu werden vermag. Wir geben zu, dass die vielfach angezweifelte Löslichkeit des Ozons in Wasser, besonders nach den Untersuchungen von Leeds,[3] als bewiesen anzusehen und somit immerhin die Möglichkeit vorhanden ist, dass das Ozon als solches, wenn auch nur in sehr geringen Mengen, einerseits bei der Anwendung auch in wässeriger Lösung, andererseits nach der Aufnahme in Säfte und Secrete des Körpers zu wirken vermag. Dass nämlich auch in eiweisshaltiger Flüssigkeit und insbesondere im Blute durchaus nicht nothwendig eine völlige Zersetzung des eingeführten Ozons erfolgen muss, ist durch directe Versuche von Binz[4] erwiesen. Ausserdem aber ist durch Ermittelungen, welche Binz über die schlaferzeugende Wirkung ozonisirter Luft[5] angestellt hat, trotz vereinzelten Widerspruchs[6] wohl endgültig festgestellt, dass gasförmiges Ozon in unschädlichen Mengen

[1] Eulenberg's *Vierteljahrsschrift für ger. Medicin* u. s. w. Bd. XVII. S. 393.

[2] *Ebenda.* Bd. XVII. S. 393 und Bd. XXVIII. S. 374.

[3] *Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft.* Bd. XII. S. 1831.

[4] *Centralblatt für die medicinischen Wissenschaften.* 1882. Nr. 41. — *Berliner klinische Wochenschrift.* 1882. Nr. 43.

[5] *Ebenda.* 1882. Nr. 1, 2 und 43. — Vgl. ferner: Meyer, Experiment. Studien über den Einfluss des Ozons auf das Gehirn. *Dissertation.* Bonn 1883.

[6] M. Filipoff, Zur therapeutischen Bedeutung von O_2 und O_3. Pflüger's *Archiv.* 1884. Bd. XXXIV. S. 335.

durch die Lungen sogar ins Blut übergehen und resorptive Wirkungen äussern kann.

Sind somit gewisse physiologische Vorbedingungen für die therapeutische Wirksamkeit des Ozons als Gas und in Lösung erfüllt, so fällt dem gegenüber — trotz der ausgedehntesten und vielseitigsten Empfehlung und Verwendung desselben in der Therapie — beim Sichten der bezüglichen Litteraturangaben und Casuistik unsere Ausbeute an verwerthbarem Material zur Beurtheilung und Begründung der Heilkraft des Ozons nur gering aus. Jene vielfachen Erfolge, welche Lender mit der von ihm seit 1870 angewandten[1] und als „Ozonwasser" empfohlenen Lösung bei den allerverschiedensten Krankheiten erzielt haben will, und welche das Ozon fast als Universalheilmittel erscheinen lassen, mussten von vornherein den stärksten Zweifeln begegnen. Erhebliche Bedenken wurden zunächst betreffs der chemischen Beschaffenheit dieses Mittels geäussert: Mehrfach wurde in dem „Ozonwasser" lediglich unterchlorige Säure[2] oder salpetrige Säure und Untersalpetersäure[3] gefunden, bei völliger Abwesenheit von Ozon. Aber wenn man auch nach den Untersuchungen von Carius[4] zugeben will, dass später bei der fabrikmässigen Herstellung des Präparates regelmässig jene Beimengungen vermieden und ein gewisser Ozongehalt erzielt wurde, so war der letztere doch so gering — höchstens $^1/_{1000}$ Gew.-Procent, also im Liter weniger als 1 ^{cgrm} — dass es in der That schwer halten musste, dem Präparat irgendwelche Wirksamkeit selbst bei directer Anwendung zuzutrauen.[5] Dass vollends bei jener, ebenfalls von Lender empfohlenen Methode,[6] nach welcher ein durch das Ozonwasser geleiteter Sauerstoffstrom zu inhaliren ist, die in den Organismus gelangenden, verschwindend geringen Quantitäten Ozon für letzteren überhaupt in Betracht kommen sollten, hat wohl niemals ernstlichen Glauben gefunden. Ferner ist es kaum denkbar, dass so ausgesucht verschiedenartige Zustände,[7] wie Tuberculose, Gelenkrheumatismus, Glaukom, Asthma.

---

[1] *Sauerstoff und Ozonsauerstoff nebst ihrer Anwendung bei Verwundeten.* Berlin 1870. — Göschen's *Deutsche Klinik.* 1870—1873. — *Jahresberichte für die ges. Medicin* von 1870 an.

[2] Rammelsberg, *Berichte der deutsch. chemisch. Gesellschaft.* 1873. S. 605. — Behrens und Jakobson, *Vierteljahrsschrift für prakt. Pharm.* Bd. XXII. S. 230

[3] Böttger, *N. Rep. Pharm.* Bd. XXI. S. 181.

[4] *Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft.* 1872. S. 520.

[5] Vgl. Oppenheim, Ueber neue Anwendung des Sauerstoffs in Rücksicht auf Gesundheitspflege. *Verhandlungen der deutschen Gesellschaft für öffentl. Gesundheitspflege.* 16. Novbr. 1875. — *Vierteljahrsschrift für gerichtl. Medicin* u. s. w. 1876. Bd. XXV. S. 405.

[6] *Berliner klinische Wochenschrift.* 1873. S. 588.

[7] *Ebenda.* 1873. S. 588.

Bleichsucht, Gicht, Intermittens u. s. w., überhaupt durch ein und dasselbe Mittel wesentlich beeinflusst werden sollten. Dem entsprechend war auch aus der langen Reihe der Veröffentlichungen Lender's und einzelner Anhänger, wie Hüller, Behrend, Waldmann, insbesondere hinsichtlich der desinficirenden Eigenschaften des Ozonwassers keine überzeugende Thatsache zu entnehmen, obwohl die Angaben sich vielfach auch auf die Anwendung des Ozonwassers bei Epidemieen und infectiösen Krankheiten beziehen. Vielmehr erfuhren die Lender'schen Lehren schon im Jahre 1873 in einer Versammlung der Berliner medicinischen Gesellschaft[1] eine ausschliesslich absprechende Kritik, und im November 1875 erklärte P. Börner in der Gesellschaft für öffentliche Gesundheitspflege,[2] ohne auf irgend welchen Widerspruch zu stossen, dass die Wichtigkeit dieses Heilverfahrens jedenfalls nicht der umfangreichen Litteratur über dasselbe entspreche, und dass eine Reihe sogenannter „Erfahrungen“, bei welchen sogar hervorragende Namen genannt werden, irrig sei.

Geraume Zeit verlautete nichts von neuen Resultaten der Anwendung des Ozonwassers. Nur aus Frankreich, wo man eine Zeit lang auch dem einfachen Sauerstoffwasser, der „eau oxygénée“, als Desinficiens sehr günstige Wirkungen zuschrieb, kam 1885 die vereinzelte Mittheilung von Ménière,[3] dass er besonderen Nutzen von dem Gebrauch des Ozonéïne, einer Lösung von Ozon, in 18 Fällen von chronischer Otorrhoe gesehen habe.

Erst seit Kurzem haben dann abermals mehrere Autoren über therapeutische Erfolge durch Ozonwasser berichtet, und zwar vorzugsweise im Sinne der Desinfectionstheorie. Nach Schmidt[4] sollen Injectionen concentrirteren Lender'schen Ozonwassers bei Carcinom von vorzüglicher Wirkung gewesen sein — was angesichts der neuerdings wieder erwogenen Möglichkeit der infectiösen Natur des Krebses auch hier von Interesse wäre. Ausserdem sollen die Injectionen sich auch bei tuberculösen Abscessen und Gelenkaffectionen erfolgreich gezeigt haben.

Von Stern[5] sind bald darauf „überraschende“ Resultate einer ähnlichen Therapie, besonders bei verschiedenartigen tuberculösen Processen veröffentlicht. Den mitgetheilten Krankengeschichten zufolge sollen durch Tamponade mit Sublimatgazestoff (!), welcher mit Ozonwasser getränkt war, tuberculöse Granulationsherde am Mastdarm und am Sternum zur

[1] *Berliner klinische Wochenschrift.* 1873. S. 588.
[2] *Vierteljahrsschrift für ger. Medicin* u. s. w. 1876. Bd. XXV. S. 405.
[3] *Annales des maladies de l'oreille.* 1885. Nr. 3.
[4] *Münchener medicinische Wochenschrift.* 1888. Nr. 16.
[5] *Deutsche Medicinal-Zeitung.* 1888. S. 493 und 565.

Heilung gebracht sein, ebenso durch directe Injectionen von Ozonwasser verschiedene tuberculös-eitrige Gelenkentzündungen, sowie tuberculöse Drüsen, und auch zur Erzielung der Prima intentio und antiseptischer Wirkungen soll das Ozonwasser wohl geeignet sein. Stern's Mittheilungen über das Ergebniss der Anwendung des Ozonwassers bei tuberculösen Processen der Lunge, sowie der bacteriologischen Versuche stehen noch aus. Zu berücksichtigen ist übrigens, dass die neuerdings dargestellten und auch von den letztgenannten Autoren benutzten Lösungen einen weit höheren Gehalt an Ozon aufweisen sollen als das früher von Carius untersuchte Ozonwasser, so dass letzteres in Concentrationen von 50 ^{mgrm} bis 2 ^{dgrm} auf 1 Liter zur Anwendung käme.[1] Die erwähnten Mittheilungen von Schmidt und Stern haben bis jetzt wenig Interesse und nur ganz vereinzelte Bestätigung gefunden. So soll Kispert (Madrid) erhebliche Besserung mit Aussicht auf völlige Genesung in einem Falle von Gesichtskrebs und Heilung eines tuberculösen Geschwürs am Munde durch Ozonwasser erzielt haben, und berichtet Berendsen[2] (Ratzeburg) von Heilerfolgen. Letzterer hat zugleich das Feld der Ozonwassertherapie wieder bedenklich erweitert, denn er berichtet über Erfolge derselben nicht nur bei Gesichtskrebs, chronischer Lungenentzündung und Wundbehandlung, sondern auch bei Altersschwäche (!), Hysterie, Muskel- und Gelenkrheumatismus und Gonorrhoe.

Nun sind aber in jüngster Zeit neuerdings Stimmen laut geworden, denen zufolge Lender's „Ozonwasser“ auch jetzt kein Ozon enthalten soll (C. Guldensteeden-Egeling,[3] Wefers-Bettink[4]). Nach einer der Mittheilungen[3] enthält es lediglich freies Chlor und sei nichts weiter als ein im Liter 0·22 ^{mgrm} Chlor enthaltendes Chlorwasser. Dem gegenüber erklärt freilich Herr Dr. Berendsen,[5] es sei eine genaue Prüfung des Verfahrens der „Ozonwasser“-Bereitung in seiner Gegenwart von dem

---

[1] Die neue Preisliste von R. G. Lender's Fabrik elektrischen Sauerstoffs (O_3) in Berlin bietet an:

Ozon-Trinkwasser zu 25 ^{mgrm} O_3 im Liter,

Ozon-Inhalations-, Injections- und Gurgelwasser } in 2 Sorten zu 50 ^{mgrm} und 100 ^{mgrm} im Liter.

concentrirte Ozonlösungen zu $2^1/_2$, 5, $7^1/_2$ und 10 ^{dgrm} O_3 im Liter, also in 10-, 20-, 30- und 40-fachen Stärken des Ozon-Trinkwassers.

[2] *Der praktische Arzt.* August 1888 und 1889. Nr. 8.

[3] Guldensteeden-Egeling, *Nier Tijdschrift voor Apothekers.* Ref. in *Industrieblätter.* 1889. Nr. 18. S. 143.

[4] Wefers-Bettink, *Apothekerzeitung.* 1889. S. 558. Ref. in *Industrieblätter.* 1889. Nr. 28. S. 224.

[5] *Der praktische Arzt.* August 1889. S. 173.

vereidigten Gerichtschemiker Dr. Jeserich in der R. G. Lender'schen Fabrik vorgenommen worden: „Das Resultat war, dass wir in der That gefunden, was wir erwartet, nämlich Ozon."

Damit hofft nun Herr Berendsen, wie er selbst ausdrücklich bemerkt, „Jedem, der sich für Ozon interessirt, den Beweis geführt zu haben, dass die Fabrik in Berlin, Potsdamerstr. 83 A, in der Lage ist, wirkliches Ozonwasser anbieten zu können, und nunmehr wohl diese Frage als erledigt ansehen darf."

Wenn Herr Berendsen von seinen Ermittelungen an Ort und Stelle uns nicht mehr zu berichten weiss, so hätte er besser den als Chemiker beigezogenen Dr. Jeserich selbst reden lassen. In der Aeusserung des Sachverständigen würden wir nicht bloss die uns doch wenig nützende, beruhigende Versicherung erhalten, dass in R. G. Lender's Fabrik oder in dessen frischem Fabrikat Ozon zu finden ist, sondern hätten vielmehr auch einen Nachweis darüber zu erwarten, ob die Art und Ausdehnung der Fabrikanlage, sowie der Betrieb derselben als ausreichend für die Lieferung derjenigen Ozonmengen anzusehen sind, welche R. G. Lender seinen Geschäftsbüchern zufolge in den Handel bringt. Der Fabrikant, der jetzt einen Sonderabzug der Berendsen'schen Mittheilung seiner Preisliste beilegt, würde seiner Sache nützen, wenn er auf diese Empfehlung verziehten und sich von Herrn Dr. Jeserich ein die quantitative Seite mit berücksichtigendes Attest geben liesse.

Eine solche Bescheinigung hat man im Hinblick darauf als dringend erwünscht zu bezeichnen, dass die Prüfung der Ozonpräparate mit Hülfe chemischer Reactionen auf mancherlei Schwierigkeiten stösst (vgl. unten den experimentellen Theil).

In neuester Zeit tritt der in Berlin lebende Specialarzt für Hals-, Ohren- und Nasenkrankheiten Dr. med. Otto Ringk unter Mittheilung therapeutischer Erfolge für die Verwendung des Ozons zur Behandlung von Diphtheritis, Scharlach, Stickhusten, Tuberculose und Bekämpfung der epidemischen Verbreitung dieser Krankheiten ein. Zu diesem Zweck empfiehlt er an Stelle des Lender'schen Ozonwassers ein vom Chemiker Dr. Stelzer hergestelltes Ozonpräparat Namens „Antibakterikon", bei welchem das Ozon nicht in Wasser, sondern in reinstem Citronenöl gelöst zu sein scheint.[1]

Was nun die Erfahrungen über die therapeutischen Wirkungen des Ozons im gasförmigen Zustande betrifft, so können zunächst alle jene früheren Anpreisungen der Ozonentwickelung in Krankenzimmern mittelst

[1] Vgl. O. Ringk, *Wie können wir Ansteckungskrankheiten etc. entgegentreten?* Berlin 1890. S. 11 u. 16.

Terpentinöl-, Aether- oder Wasserverdunstung und verschiedenartiger chemischer Agentien hier nicht wohl in Betracht kommen, da dieselben einmal fast durchweg gerade von den zu erhärtenden Vermuthungen wie von sicheren Thatsachen ausgehen, und ausserdem bei allen derartigen Methoden die dafür empfohlenen Verfahren zur Erzeugung des Ozons qualitativ und quantitativ durchaus unzuverlässig sind. Auch die Angaben von Jochheim,[1] welcher besonders durch Mischung von Kaliumhypermanganat und Schwefelsäure erzeugtes „Ozon" bei Diphtheritis inhaliren liess, haben keine Bedeutung mehr, denn so vielversprechend dieselben auch anfangs lauteten, so wenig haben sie sich in irgend einer Weise bestätigt.

Die therapeutische Verwendung der auf elektrischem Wege ozonisirten Luft und besonders des ozonisirten reinen Sauerstoffgases arbeitet mit ozonreicheren Gasgemengen und bietet grössere Sicherheit bezüglich der chemischen Beschaffenheit des wirksamen Agens als alle übrigen Methoden. Dennoch wurde dieselbe wenig versucht, denn in Folge mehrfacher Warnungen, so von Houzeau,[2] Thenard,[3] Liebreich,[4] und in Rücksicht auf die schon von Schwartzenbach,[5] Ireland,[6] Schönbein,[7] dann von Redfern,[8] von Dewar und Kendrik[9] u. A. an kleinen Thieren ausgeführten Versuche befürchtete man von dem Gebrauche des reinen Ozons bezw. ozonreicher Gasgemenge verderbliche Wirkungen auf die Athmungsorgane, wogegen indess nach den Erfahrungen von Binz[10] anzunehmen ist, dass diese Gefahr in Anbetracht der geringen Ergiebigkeit der gewöhnlich benutzten Mittel zur Darstellung des Ozons keine sehr erhebliche ist.

Aus der Reihe bezüglicher therapeutischer Mittheilungen darf ich zunächst die oben schon erwähnten Versuche von Onimus[11] an Cholerakranken nennen. Nun hält dieser Autor selbst das Beobachtungsergebniss nicht gerade für beweisend, wenn es ihn auch in seiner persönlichen Ueberzeugung von der desinficirenden Wirkung des Ozons bestärken konnte.

---

[1] Jochheim, *Ozon und Diphtheritis.* Heidelberg 1880.
[2] *Compt. rend.* 1872. t. LXXII. p. 144.
[3] *Ebenda.* 1876. t. LXXXII. p. 157.
[4] *Deutsche medicinische Wochenschrift.* 1880. S. 317.
[5] *Verhandlungen der Würzburger physik.-medicin. Gesellschaft.* 1850. S. 322.
[6] *Edinb. med. Journ.* 1863. p. 729.
[7] *Zeitschrift für Biologie.* 1867.
[8] Poggendorff's *Annalen.* Bd. CLII. S. 329.
[9] *Ebenda.* S. 330.
[10] *Berliner klinische Wochenschrift.* 1882. Nr. 1.
[11] Vgl. diese Abhandlung. S. 99. Anm. 3.

Nach meinem Dafürhalten[1] ist hier aber gar nicht die Möglichkeit einer Wirkung auf die Cholerabacterien zuzugeben, wenn man sich nicht zu der ungeheuerlichen Annahme versteigen will, dass durch die Lungen in's Blut aufgenommenes Ozon noch im Darme desinficirende Wirkungen äussern könne.

Ueber beachtenswerthe Resultate berichtet wohl einzig E. de Renzi[2] im Jahre 1886, welcher Einathmungen ozonisirter Luft oder ozonisirten Sauerstoffgases bei zwei Diabetikern und 13 Phthisikern in Anwendung zog. Während bei ersteren jeder Erfolg ausblieb, wurde bei letzteren durchweg „ausgeprägte Acidität des Harnes und Verbesserung der Gesammternährung" erzielt, besonders im Vergleich zu den einer anderen Behandlung unterworfenen Kranken. Doch liegt es gerade bei den Beobachtungen von E. de Renzi offenbar näher, eine physiologische Wirkung des Ozons auf die Athmungsorgane und das Blut anzunehmen, als eine Beeinträchtigung oder Vernichtung der ursächlichen Krankheitskeime, der Tuberkelbacillen, wenngleich auch die letztere Möglichkeit — vielleicht eine indirecte Wirkung, durch Verschlechterung der Wachsthums- und Vermehrungsbedingungen für die Parasiten — nicht ausgeschlossen erscheint.

III. Das künstlich erzeugte Ozon als Desinfectionsmittel.

Mit der vorstehenden Litteraturübersicht ist meines Wissens die nicht eben stattliche Reihe der thatsächlichen Belege aus dem Gebiete epidemiologischer und therapeutischer Erfahrungen, soweit sie überhaupt für eine desinficirende Wirkung des Ozons in's Feld geführt werden können, im Wesentlichen erschöpft. Dass mit denselben auch nur einigermassen sichere Anhaltspunkte zur Beurtheilung der in Rede stehenden Frage gegeben seien, ist wohl kaum zu behaupten. Um so mehr sehen wir uns daher auf die directe Prüfung durch Impfungsversuche und durch das bacteriologische Experiment angewiesen. Es wäre zu erwarten, dass dieser Weg schon längst in zweckentsprechender Weise beschritten wäre. Allein, was an einschlägigen „Desinfectionsversuchen" in der Litteratur aufgeführt ist, verdient zum grössten Theil kaum diesen Namen, wenigstens nicht in dem heute üblichen Sinne. So vor Allem diejenigen Angaben, welche auf früher herrschenden Vorstellungen fussen, denen zufolge Desinfection und Desodoration ungefähr als gleichwertig galten. Hierher gehören die Mittheilungen von Houzeau,[3] welcher fand, dass schmutzige

[1] Vgl. diese Abhandlung. S. 100 ff.

[2] *Archiv für pathol. Anatomie und Physiologie.* Bd. CIV. S. 203.

[3] *Annal. chim. phys.* (4) t. XXVII. p. 17.

Wäsche in ozonhaltiger Luft ihren unangenehmen Geruch schnell verlor: von Scoutetten,[1] welcher durch Ozon faulende organische Stoffe geruchlos machte und einen durch Dünger verunreinigten Saal „desinficirte", indem er den Ammoniakgeruch in demselben beseitigte; von Caillol de Poncy,[2] welcher in Marseille das Ozon zum „Desinficiren" von Hörsälen benutzte, und gewiss noch manche andere.

Zum Theil ist auch wohl noch dasjenige hierher zu rechnen, was über die Aufhebung oder Beschränkung der Fäulniss berichtet wird. Wenn Wood und Richardson[3] an faulendem Blute und Boillot[4] an verschiedenen animalischen Stoffen die Fäulniss während längerer Zeit verhindern konnten, so hat auch hierbei wohl hauptsächlich die Beseitigung des üblen Geruches als Kriterium gedient, da in deren Berichten von einer bacteriologischen Prüfung nicht die Rede ist.

Soweit derzeit die Erkenntniss des Wesens der Fäulniss reicht, weiss man, dass — wo in Folge reichlichen Zutretens von Sauerstoff die stinkende Fäulniss zur geruchlosen Verwesung werden kann — die Betheiligung der Mikrobien am Fäulnissprocesse nicht etwa aufhört, sondern dass nur die anaëroben niedersten Lebensformen hinter den aëroben zurücktreten und die Fäulnissproducte, insbesondere auch die stinkenden Gase, auffallend rasch zu Wasser, Kohlensäure, salpetriger Säure und Salpetersäure oxydirt werden. Den Einfluss des Ozons auf Fäulnissvorgänge wird man sich kaum anders vorzustellen haben, als die Einwirkung des Sauerstoffs, wenn wir auch unter Umständen vielleicht davon eine noch promptere Leistung erwarten dürfen. Diese Auffassung steht, wenn man vom Wesen der Fäulniss als einem durch die Lebensäusserungen von Spaltpilzen bedingten Gährungsvorgange zunächst absieht, mit Hoppe-Seyler's[5] Lehre nicht in Widerspruch, welche schon die bei Sauerstoffzufuhr erfolgende, durch auffallend energische Oxydationen bedingte Aenderung des Fäulnissprocesses als eine Folge der durch den nascirenden Wasserstoff bewirkten Activirung des Sauerstoffs ansieht und diesem activen Sauerstoff (O_1) noch energischere Oxydationsleistungen zuerkennt, als dem ozonisirten (O_3).

Dass übrigens stinkende Fäulnissproducte durch Ozon unter Beseitigung des Geruches stark angegriffen werden können, ohne dass es sich um die Aufhebung der Lebensäusserung von Bacterien handelte, geht

[1] *Gaz. hebd.* 1884. p. 563.

[2] *Ebenda.* 1884. p. 563.

[3] Bei Fox. S. 30.

[4] *Compt. rend.* Bd. LXXXI. p. 1258. — *Berichte der deutschen chem. Gesellschaft.* 1876. Nr. 9. S. 190.

[5] *Zeitschrift für physiologische Chemie.* Bd. II. S. 22.

z. B. aus einigen Untersuchungen von Falk[1] hervor, nach welchen u. A. eine Lösung von Indol durch zwölfstündiges Einleiten von ozonisirter Luft bis zum völligen Verlust der Reaction und des Geruches verändert wurde.

Diejenigen Versuche aber, welche sich mit den Bacterien selbst beschäftigen, sind nicht nur fast sämmtlich an saprophytisch vorkommenden Arten, besonders an Gährungs- und Fäulnisserregern, angestellt, sondern grösstentheils auch, wie wir jetzt wissen, unter Anwendung unzureichender Methoden ausgeführt. So fand Burdon Sanderson,[2] dass die als Reagens auf das Vorhandensein entwickelungsfähiger Bacterien benutzte „Pasteur'sche Flüssigkeit“ durch Bacteriengemische, denen ozonisirtes Wasser zugesetzt war, nicht getrübt wurde, und nimmt deshalb an, dass Bacterien durch ozonisirtes Wasser getödtet werden. Wie wenig zuverlässige Ergebnisse aber eine derartige Prüfung bot, besonders wohl in Folge der Nichtberücksichtigung der Art und des Entwickelungszustandes der als Testobjecte benutzten Bacterien, geht am deutlichsten aus einigen der übrigen, auf dieselbe Weise gewonnenen Resultaten hervor, nach denen z. B. auch „scharfes Trocknen“ bei 40° C. Bacterien tödten soll.

Bei Fox[3] und v. Gorup-Besanez[4] finden sich nur ganz kurze Notizen ohne Angabe der Methode. Ersterer will in faulendem Wasser die meisten niederen Organismen, u. A. auch Schimmelpilzsporen und Bacterien, durch Ozon zerstört haben; Letzterer sagt nur: „Dass Hefe und eiweisshaltiges Emulsin von Ozon sehr energisch angegriffen werden, davon habe ich mich durch directe Versuche überzeugt.“ Ueber Versuche von Geissler und Stein[5] wird nur kurz nach einer mündlichen Aeusserung berichtet, dass in ozonhaltigem Wasser sich keine niederen Organismen zu entwickeln vermochten und die vorhandenen getödtet wurden.

Eingehender berichten Grossmann und Meyerhausen[6] über ihre Untersuchungen mit animalischen und vegetabilischen Infusen. Von diesen wurden geringe Mengen in Engelmann'sche Glaskammern gebracht und die entwickelten Bacterien mikroskopisch beobachtet, während

[1] *Vierteljahrsschrift für ger. Medicin* u. s. w. 1878. Bd. XXIX. S. 287.

[2] *Quarterly Journ. of the Microsc. Soc.* Oct. 1871. — Cohn's *Beiträge zur Biologie der Pflanzen*. Bd. I. Hft. 2. S. 194.

[3] A. a. O. S. 151 u. 163.

[4] *Annal. d. Chem. u. Pharm.* Bd. CX. S. 53.

[5] *Sitzungsberichte der Niederrhein. Gesellschaft für Natur- und Heilkunde*. Bonn. Januar 1875. — Schmidt's *Jahrbücher*. 1875. 1. — *Botanische Jahresberichte*. Bd. V. S. 88.

[6] Pflüger's *Archiv*. 1877. Bd. XV. S. 264.

durch die Kammern ein Strom von ozonisirtem reinen Sauerstoff geleitet wurde. Hierbei wurde constatirt, dass schon nach wenigen Minuten die vorher sehr lebhaften Eigenbewegungen der Mikroorganismen aufhörten, und es heisst nun weiter: „War einmal allgemeiner Stillstand eingetreten, so erholten sich die Bacterien nie wieder, sie waren getödtet“, und zum Schluss wird sogar versichert, dass das Ozon bei hinreichender Concentration die Bacterien in jedem Stadium ihrer Entwickelung fast augenblicklich tödte.

Da jedoch schon ganz geringfügige Reize, nach Engelmann[1] z. B. auch geringe Aenderungen der Sauerstoffspannung bei manchen Bacterienarten hemmend oder auslösend in Bezug auf die Eigenbewegungen wirken können, so ist das Verhalten der von Grossmann und Meyerhausen beobachteten Bacterien nicht sehr auffällig und zwingt keineswegs zur Annahme der Vernichtung derselben.

Von Chappuis[2] wurden Baumwollenpfröpfchen, auf denen Luftstaub gesammelt war, der Einwirkung ozonisirter Luft ausgesetzt und darauf mit flüssiger Bierhefe in Berührung gebracht. Es trat selbst nach längerer Zeit keine Trübung ein, wie es durch nicht ozonisirte staubhaltige Pfröpfchen stets nach wenigen Tagen geschah; Chappuis schliesst daraus, dass die in der Luft vorkommenden Keime, welche sich in der Bierhefe entwickeln können, durch Ozon getödtet werden. Die Bestimmung der Bacterienarten fehlt auch hier wieder, immerhin aber ist das Ergebniss beachtenswerth.

Eingehende Untersuchungen an Gemischen saprophytischer Bacterien und anderen niederen Organismen beschreibt endlich Fischer[3] in seiner unter O. Binz entstandenen Dissertation „Ueber die Einwirkung des Ozons auf Gährung und Fäulniss“. Als Elektricitätsquelle benutzte Fischer entweder mehrere constante Elemente, grössere Bunsen- oder Grove-Elemente, oder auch eine oder zwei mit Chromsäuremischung gefüllte Tauchflaschen. Der hierdurch in der Ruhmkorff'schen Rolle bewirkte Inductionsstrom, welcher gewöhnlich Funken von 1 bis $1^1/_2$ ^{cm} Länge erzeugte, wurde zu stillen Entladungen im Kolbe'schen oder auch in dem v. Babo'schen Apparat verwandt, und durch den letzteren mittelst Kautschukballons getrocknete atmosphärische Luft geblasen. Die ozonisirte Luft wurde dann in langsamem Strome theils in die Versuchsflüssigkeiten, theils auf die Oberfläche der Objecte geleitet. Fischer konnte zunächst nachweisen, dass die Gärung in einigen der betreffenden Lösungen be-

---

[1] *Botanische Zeitung.* 1882. — Flügge, *Mikroorganismen.* S. 431 u. 453.

[2] *Bull. soc. chim.* t. XXXV. p. 290. Ref. in *Berichte der deutschen chem. Gesellschaft.* 1881. Bd. XIV. S. 1014.

[3] *Diss. med.* Bonn 1883.

schränkt war, da hier die Producte derselben, Essig oder Pepton, vermindert waren, und dass auch bei der Fäulniss eiweissreicher Stoffe mehrfach eine merkliche Verminderung des Geruches und u. A. Spuren von Schwefel als Anzeichen einer directen Oxydation auftreten. Die alkoholische Hefegährung hingegen wurde kaum merklich beeinträchtrāchtigt, was gegenüber der erwähnten Angabe von Gorup-Besanez[1] Beachtung verdient. Ferner wurde durch directe mikroskopische Prüfung ermittelt, dass u. A. im Harn und in Zuckerlösung lebende Bacterien eine gewisse Beeinträchtigung ihres Wachsthums erfuhren — am ehesten noch, wenn die Flüssigkeitsmenge möglichst klein war. Fischer kommt zu der Schlussfolgerung, dass das Ozon zwar eine Verzögerung des Wachsthums der Bacterien bewirke, aber keine Vernichtung derselben, dass es also zur Desinfection nicht verwendbar sei. Dennoch glaubt er aber auf die Möglichkeit hinweisen zu sollen, dass dem Ozon gegen diese oder jene pathogene Bacterienart eine Wirksamkeit zukomme, so vor Allem gegen die Tuberkelbacillen, deren Verhalten zum Ozon eine eingehende Prüfung verdiene.

Auch hier lassen nach meinem Dafürhalten die Resultate an Sicherheit, wie an Bestimmtheit zu wünschen übrig. Die äusseren Erscheinungen bei der Gährung und Fäulniss sind, wie wir zum Theil schon oben sahen, für die Beurtheilung des Verhaltens der Bacterien nur in sehr beschränktem Maasse verwerthbar; die einfache mikroskopische Untersuchung der Bacterien ist ungenau, letztere bilden in den benutzten Nährflüssigkeiten ein nach Art und Entwickelungszustand unbestimmbares Gemisch.

Die bis vor Kurzem einzigen Versuche, in denen es sich um pathogenes Material handelt, beziehen sich auf die zur Schutzpockenimpfung benutzte Lymphe und auf Infectionsmaterial von rotzkranken Thieren. Schon im Jahre 1872 fand H. Eulenberg,[2] dass mit Glycerin im Verhältniss von 1 : 3 vermischte humanisirte Lymphe, in einem flachen Schälchen ausgebreitet, wenn auf deren Oberfläche ein starker Ozonstrom geleitet wurde, zwar schon nach 6 Stunden deutlich abgeschwächt, aber selbst nach 14 Stunden noch nicht gänzlich unwirksam geworden war. Später wurde dann von Hoffmann[3] gezeigt, dass an Elfenbeinspateln angetrocknete Lymphe auch durch stark concentrirtes Ozon nicht merklich beeinträchtigt werde, während Chlorgas die Wirksamkeit derselben in wenigen Secunden vernichte. Versuche an Rotzinfectionsstoff haben Bollinger und Wolffhügel[4] ausgeführt und den Desinfections-

[1] Siehe S. 109.
[2] *Vierteljahrsschrift für ger. Medicin.* Bd. XVII. S. 394, Anm.
[3] *Ebenda.* 1878. Bd. XXVIII. S. 374.
[4] A. a. O. S. 458.

erfolg durch Impfung von Thieren festzustellen gesucht, jedoch ein abschliessendes Urtheil damit nicht erzielt. Dagegen glaubt Ostapenko (Charkow, 1878) rotzige Excrele mit Ozon unwirksam gemacht zu haben.

Erst in den letzten Jahren wurde wieder von zwei Seiten über eingehendere Versuche berichtet, die zum Theil mit pathogenen Bacterien angestellt waren. Oerum[1] prüfte die Wirksamkeit eines in Dänemark patentirten „Ozongenerators“, in welchem durch Mischung von Kaliumpermanganat und Schwefelsäure und gleichzeitiges Eintauchen von Phosphor in die Flüssigkeit Ozon entwickelt werden soll, indem er über den durchlöcherten Deckel des Apparates ein Glasgefäss stülpte und unter diesem Culturen von Schimmel- und Sprosspilzen und von Bacterien (u. A. von Milzbrandbacillen), ferner Bacterien in eingetrocknetem Zustande (Milzbrandsporen an Seidenfäden, Gartenerde u. s. w.) tagelang verweilen liess. Die von diesen Versuchsobjecten sodann angelegten Culturen unterschieden sich in keinem Falle von den entsprechenden Controlculturen. Die hier in dem Glase zur Verwendung gekommene Ozonmenge soll übrigens nur „ca. 0·015 %, und wenn ausnahmsweise zwei Phosphorstücke angewandt wurden, ca. 0·03 %“ betragen haben. Aus dem mir vorliegenden Referat ist nicht ersichtlich, wie diese Zahlen ermittelt wurden; — fast scheint es, als ob dieselben auf einer Angabe des Lieferanten der „Ozongeneratoren“ beruhten.

Eine gewisse, wenn auch nur sehr geringe Einwirkung des Ozons auf verschiedene, besonders pathogene Bacterien will dagegen Wyssokowitsch[2] gefunden haben, wenn er Phosphor in kleinen, hufeisenförmig gebogenen Röhrchen auf den unteren Theil einer schiefen Agarfläche legte und auf den oberen Theil derselben die Bacterien einimpfte. Zum Nachweis des Ozons diente hier Wurster's Reagens. Es trat bei allen Bacterien deutliche Hemmung des Wachsthums ohne Aenderung der Pathogenität ein; der Unterschied im Wachsthum gegenüber der Controlcultur glich sich jedoch fast immer aus, wenn die Ozonmenge abnahm. Nur bei einigen Arten von geringer Wachsthumsenergie, so bei Bac. murisepticus, blieb die Entwickelung aus. Wyssokowitsch vermuthet, dass die so zu Tage getretene Wachthumshemmung durch Oxydation in der oberflächlichen Schicht hervorgerufen werde. Seine Ermittelungen sind nicht eigentlich als Desinfectionsversuche anzusehen. Die Versuchsanordnung war selbst dafür nicht ausreichend, um die Frage der Beeinflussung des Bacterienwachsthums durch Ozon der Entscheidung näher zu führen, da

---

[1] *Ugeskrift for Läger.* 1887. Nr. 11—12. Ref. im *Centralblatt für Bacteriologie* u. s. w. 1887. Bd. II. Nr. 7. S. 202.

[2] Congress russ. Aerzte in Petersburg, Januar 1889. *Centralblatt für Bacteriologie* u. s. w. 1889. Bd. V. S. 715.

sein Mittel zur Ozonerzeugung nicht ausschliesslich Ozon liefert[1] und sein Reagens nicht ausschliesslich Ozon anzeigt.[2]

Nach alledem geben auch die experimentellen Erfahrungen, welche zur Zeit bekannt sind, nichts weniger als sicheren Aufschluss über die Rolle, welche das Ozon den Trägern der Infection gegenüber zu spielen im Stande ist.

Ausser den zahlreichen, im Einzelnen oben ausgeführten Bedenken gegen die angewandten Methoden ist es der Mangel an Uebereinstimmung der Ergebnisse, welcher ein sicheres Urtheil nicht aufkommen lässt. Ein bisher nicht erwähnter Umstand aber verdient hier besonders hervorgehoben zu werden, da er zum guten Theil als die Ursache für die Verschiedenheit der Resultate anzusehen sein dürfte. M. v. Pettenkofer hat schon vor Jahren mit Nachdruck darauf hingewiesen, dass alle Untersuchungen über Desinfection mittelst chemischer Agentien nur Werth haben, wenn sie quantitativ ausgeführt sind, d. h. wenn nicht bloss die Wirkung, sondern daneben auch die Beschaffenheit und die Menge des Desinfectionsmittels festgestellt wird. Für das Ozon ist jedoch diese Forderung offenbar wegen Schwierigkeit sowohl in Bezug auf die Unterscheidung von dem activen Sauerstoff (O_1), von den Dauerformen des letzteren $(H_2O_2$, $HNO_2)$ und anderen höheren Oxyden, als auch bezüglich der Dosirung, bisher unerfüllt geblieben. Man begnügte sich meist damit, Reactionen anzuwenden, welche, wie die Bläuung des Schönbein'schen Jodkaliumstärkepapiers, nicht ausschliesslich das Vorhandensein von Ozon anzeigen und zudem so empfindlich sind, dass sie zu einer summarischen Abschätzung der in der atmosphärischen Luft enthaltenen minimalen Mengen von Ozon und anderen Dauerformen des activen Sauerstoffs wohl dienen können, aber keinesfalls geeignet sind, über die Menge des künstlich dargestellten Ozons Aufschluss zu geben. In Versuchen mit letzterem kann auch die gelieferte Ozonmenge je nach Art und Handhabung der Apparate eine ausserordentlich verschiedene sein, wodurch wieder den einzelnen Desinfectionsversuchen eine in Wahrheit ungleiche Bedeutung zukommen wird.

Wenn wir nun auch nach den oben besprochenen Versuchsergebnissen im Allgemeinen etwa den Eindruck gewinnen, dass das Ozon auf Mikroorganismen und Krankheitskeime keinesfalls eine sehr energische Wirkung äussere, so können wir doch auch dies nur mit einiger Zurückhaltung als erwiesen gelten lassen, da recht wohl in den betreffenden

---

[1] Vgl. E. Baumann, *Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft.* 1883. Bd. XVI. S. 2146.

[2] C. Wurster, *Ebenda.* 1886. Bd. XIX. S. 3195.

Versuchen mit negativem Ergebniss die Menge des angewandten Ozons trotz maximaler Schönbein'scher oder Wurster'scher Reaction ebensogut eine äusserst geringe wie eine erhebliche gewesen sein kann.

Immer aber kommen wir über die blossen Vermuthungen nicht hinaus, und bis heute hat die Mahnung Wolffhügel's[1] ihre volle Geltung behalten, die praktische Verwendung des Ozons erst einmal durch strenge experimentelle Prüfung zu rechtfertigen, da nur eine solche „vor dem in der Ozonfrage heimischen Fehlschuss des 'post hoc ergo propter hoc' bewahren“ könne.

Bei diesem Stande der Frage über die hygienische Bedeutung des künstlich erzeugten Ozons dürfte eine Reihe von Untersuchungen von Interesse sein, welche ich auf Anregung und unter Leitung des Herrn Professor Dr. Wolffhügel im hygienischen Institute in Göttingen ausgeführt habe.

IV. Eigene Ermittelungen über die Desinfectionswirkung des Ozons in Gasform.

Die mir gestellte Aufgabe war vor Allem, zu bestimmen, welchen Einfluss eine Luft oder eine Flüssigkeit von bestimmtem Ozongehalt auf die Entwickelungsfähigkeit und die Virulenz verschiedener als Krankheitserreger bekannter Bacterienarten ausübt. Zuerst richtete ich meine Aufmerksamkeit auf die Wirkungen des Ozons im gasförmigen Zustande. Ueber die Art der Herstellung desselben konnte der Hauptsache nach kaum ein Zweifel obwalten. Es bedurfte kräftiger elektrischer Apparate und reinen Sauerstoffgases zum Ozonisiren, um einmal sichere Gewähr zu bieten für die Fernhaltung aller Beimengungen, welche die Eindeutigkeit der Ergebnisse in Frage stellen könnten, und um ferner das Ozon hinreichend concentrirt zu erhalten.

Ich füllte zunächst einen grossen Gasbehälter mit reinem Sauerstoffgase, welches ich durch Erhitzen von Kaliumchlorat erzeugte und durch eine, zur Hälfte mit Kali- oder Natronlauge gefüllte Waschflasche leitete. Auf diese Weise war jeder Chlorgehalt des zu ozonisirenden Sauerstoffs ausgeschlossen, wovon wir uns durch längeres Einleiten des letzteren in Silbernitratlösung wiederholt überzeugt haben. Zur Ozonisirung des Sauerstoffgases stand mir der nach Angaben von Werner Siemens[2] construirte Apparat zur Verfügung.

Derselbe besteht bekanntlich aus zwei in einander geschobenen Glasröhren, von denen die weitere aussen, die engere innen mit Metallfolien

---

[1] A. a. O. S. 453ff.

[2] Poggendorff's *Annalen.* Bd. CII. S. 120. — Vgl. Engler, a. a. O. S. 32. Abbildung Fig. 4 der Tafel.

belegt ist, und zwischen denen ein mantelförmiger Raum zum Hindurchleiten des Sauerstoffs frei bleibt. Werden nun diese beiden Metallbeläge mit den Drahtenden eines kräftigen und von einem starken Strom in Thätigkeit gesetzten Inductors verbunden, so finden zwischen ihnen, durch den mantelförmigen Raum hindurch, stille Entladungen statt, welche einen Theil des dort befindlichen Sauerstoffs in Ozon überführen.

Zur Erzeugung des elektrischen Stromes für den Inductor bediente ich mich anfangs eines oder zweier grosser Chromsäure-Tauchelemente, später mehrerer Elemente, besonders einer Batterie von vier kräftigen Bunsen-Elementen, zum Theil unter Zuhülfenahme einer anderen aus fünf grossen Daniell-Elementen bestehenden Batterie.

Für den Gasstrom benutzte ich als treibende Kraft einerseits den Druck des Gasometers, andererseits eine am Ende der Leitung angebrachte Aspiratorflasche, welche ausserdem durch Messen des abfliessenden Wassers eine genaue Dosirung der verbrauchten Gasmenge ermöglichte. Die luftdichte Verbindung der einzelnen Theile der Leitung war bis zum Ozonapparat leicht auf die gewöhnliche Weise herzustellen. Da jenseits desselben aber der zerstörenden Wirkung des Ozons auf Kautschukrohre, Korke u. dergl. Rechnung zu tragen war, so stellte ich hier die Verbindungen mittelst Glasröhren und Korkpfropfen (mit Siegellack überzogen und mit Vaseline gedichtet) oder durch den von Engler und Nasse[1] angegebenen Quecksilberverschluss her. Letzterer ist von besonderem Vortheil bei complicirteren Versuchsanordnungen, da er eine sehr leicht zu handhabende bewegliche Verbindung darstellt; er ermöglichte es mir ausserdem, etwaige geringe Druckschwankungen im Innern der Leitung an dem Steigen oder Fallen des Quecksilbers unter der Glocke zu erkennen und durch Regelung der Gaszufuhr auszugleichen.

Bevor das Sauerstoffgas in den Ozonapparat gelangte, wurde es stets durch eine besondere Vorlage getrocknet, und zwar meist durch zwei U-förmige Röhren, welche mit concentrirter Schwefelsäure getränkte Bimsteinstücke enthielten. Da behufs stärkerer Ozonentwickelung bald auch die Anwendung einer Kühlvorrichtung nöthig wurde, welche an der Ozonröhre selbst nicht anzubringen war, so suchte ich mir später dadurch zu helfen, dass ich die Trockenvorlage in eine Kältemischung von Eis und Kochsalz einstellte, um so den Sauerstoff wenigstens vor seinem Eintritt in den Ozonapparat stark abzukühlen. Diese Anordnung erwies sich auch wirklich, wie weiter unten gezeigt werden wird, als vortheilhaft.

Auf besondere Schwierigkeiten stiess ich gegenüber der Forderung, das eigentliche Desinficiens, das Ozon, in bestimmter Stärke zur Anwendung zu bringen. Der gewöhnliche Weg einer vorherigen Dosirung war hier nicht gangbar, da man es nicht in der Hand hat, die Ozonproduction auch nur annähernd zu regeln. Es blieb nur übrig, die bei einer bestimmten Versuchsanordnung zur Verwendung kommende Ozonmenge zu bestimmen, und zwar konnte dies so geschehen, dass ich ent-

---

[1] *Annalen der Chemie und Phys.* Bd. CLIV. S. 215. — C. Engler, a. a. O. S. 33 und Tafel Fig. 7.

weder nach dem Versuche unter genau gleichen Bedingungen und bei derselben Anordnung das entstehende Ozon bestimmte oder dass ich während des Versuchs das durch den Desinfectionsraum geleitete Gas der quantitativen Ozonanalyse unterwarf. Beide Methoden sind natürlich nicht völlig genau, denn im ersteren Falle kann die Ozonentwickelung nach dem Versuche immerhin eine etwas andere sein als während desselben, im letzteren Falle aber ist das Ozon besonders durch die Berührung mit den Versuchsobjecten offenbar zum Theil schon wieder zerstört. Nichtsdestoweniger giebt dieses Vorgehen für unsere Ermittelungen eine ausreichende annähernde Schätzung des Ozongehaltes und so gute Anhaltspunkte für die Beurtheilung der gestellten Frage, wie sie genauer bei der grossen Zersetzbarkeit des Ozons kaum zu erzielen sein dürften.

Die Messung des Ozons führte ich mittelst der schon von Baumert[1] angewandten Methode aus.

Verfahren der Ozonmessung. Zur Bestimmung des Ozons dient uns die durch dasselbe bewirkte Ausscheidung freien Jods aus einer Jodkaliumlösung, indem in dieser das frei gewordene Jod durch Titriren mit Natriumthiosulfatlösung bestimmt und hieraus die Menge des Ozons durch Rechnung ermittelt wird. Es wurde also das ozonhaltige Gas durch einen mit ca. 25 ccm 5 procentiger Jodkaliumlösung gefüllten Will-Varrentrapp'schen Kugelapparat geleitet, welcher statt der Versuchsröhren dem Ozonapparat direct angefügt war. Der Durchtritt der Gasblasen wurde so geregelt, dass zunächst derselbe mit der in den Desinfectionsversuchen angewandten Geschwindigkeit (in 20 Minuten ein Liter) erfolgte.

Von der völligen Zersetzung der ganzen Ozonmenge innerhalb des Kugelapparates überzeugte ich mich leicht durch Einbringen eines Streifens Schönbein'schen Jodkaliumstärkepapiers zwischen jenen und den Aspirator. Derselbe zeigte auch bei stärkster Ozonentwickelung niemals eine Spur von Färbung, wodurch sich die Anwesenheit selbst ganz minimaler Ozonmengen nothwendig hätte verrathen müssen. Die Gasmenge wurde genau gemessen durch Einleiten des aus dem Aspirator abfliessenden Wassers in einen Messcylinder.

Nachdem so ein bestimmtes Quantum des ozonisirten Sauerstoffgases, gewöhnlich ein Liter, bisweilen auch nur 500 ccm, hindurchgeleitet war, wurde diese Probeentnahme eingestellt. Die durch die Ozonwirkung gelb oder bei grösserem Gehalte bräunlichroth gefärbte Lösung wurde alsdann aus dem Kugelapparat unter mehrfachem Nachspülen mit destillirtem Wasser in einen Kolben gefüllt, mit Salzsäure angesäuert und der Titration mit $^1/_{100}$ Normal-Natriumthiosulfatlösung unterworfen.[2]

Letztere wurde hergestellt, indem 2·48 grm reinen, zerriebenen und zwischen Fliesspapier gepressten Natriumthiosulfats in einem Literkolben

[1] Poggendorff's *Annalen*. Bd. LXXXIX. S. 38.

[2] Vgl. Schmidt, *Pharmaceut. Chemie*.

gelöst und die Lösung zur Marke aufgefüllt wurde. Die Umsetzung beim Titriren geschieht nach folgender Gleichung:

$$2\,J + 2\,(Na_2S_2O_3 + 5\,H_2O) = Na_2S_4O_6 + 2\,NaJ + 10\,H_2O.$$

Hiernach entsprechen:

$$496 \text{ Th. } (Na_2S_2O_3 + 5\,H_2O) = 254 \text{ Th. } J$$

und

1000 ccm der $^1/_{100}$ Normal-Natriumthiosulfatlösung mit $2 \cdot 48$ grm ($Na_2S_2O_3 + 5\,H_2O$) entsprechen $1 \cdot 27$ grm J.

Die Ausführung geschieht wie folgt: Die in einen Kolben gefüllte jodhaltige Lösung wird mit Salzsäure angesäuert, und nun zunächst aus einer Bürette $^1/_{100}$ Normalthiosulfatlösung bis zur blassgelben Färbung zugesetzt. Man fügt nun etwas verdünnten Stärkekleister hinzu, welcher sofort die bekannte tiefblaue Farbe durch Bildung von Jodstärke hervorruft. Bei weiterem tropfenweise erfolgendem Zusatz der Titerlösung tritt sodann ein scharf begrenzter Zeitpunkt ein, wo das Verschwinden der blauen Färbung die Bindung der letzten Spuren freien Jods zu Jodnatrium anzeigt.

Da nach obiger Gleichung 1 ccm der Thiosulfatlösung $1 \cdot 27$ mgrm J entspricht, so ist, wenn n ccm zugesetzt waren, die zu ermittelnde Jodmenge $= n \times 1 \cdot 27$ mgrm. Um hieraus die Menge des in der Jodkaliumlösung zur Wirkung gekommenen Ozons zu berechnen, hat man nachstehende Gleichung für die dort erfolgte Umsetzung zu berücksichtigen:

$$O_3 + 2\,KJ + H_2O = O_2 + 2\,KOH + J_2.$$

254 mgrm J entsprechen also 48 mgrm O_3, und folglich die oben erhaltenen

$$n \times 1 \cdot 27^{\text{ mgrm}}\,J = \frac{n \times 1 \cdot 27 \times 48}{254} = n \times 0 \cdot 24^{\text{ mgrm}}\,O_3.$$

Da der Gehalt der Thiosulfatlösung jedoch bald abnimmt, ist es nöthig, denselben in kurzen Zwischenräumen wieder durch ein besonderes Verfahren von Neuem zu bestimmen, um den wirklichen Werth des Titers gegenüber dem der ursprünglichen Normallösung in Rechnung zu ziehen.

Man benutzt hierzu wegen ihrer guten Haltbarkeit eine Kaliumbichromatlösung, welche so normirt ist, dass 1 ccm derselben bei Zusatz von Schwefelsäure aus einer Jodkaliumlösung genau so viel Jod abscheidet, wie durch 1 ccm der genau normirten Thiosulfatlösung gebunden wird. Dies geschieht durch eine Lösung von $0 \cdot 4916$ grm reinem, umkrystallisirtem und bei 100° getrocknetem Kaliumbichromat auf 1000 ccm Wasser. Behufs Einstellung der Thiosulfatlösung bringt man genau 10 ccm dieser Kaliumbichromatlösung in eine Kochflasche, fügt etwas Jodkalium und Schwefelsäure hinzu, lässt die Mischung verschlossen einige Minuten lang stehen und titrirt das ausgeschiedene Jod mit der einzustellenden Natriumthiosulfatlösung in der oben beschriebenen Weise. Sind hierzu nicht genau 10, sondern m ccm der letzteren erforderlich, so sind die nach obiger Berechnung gefundenen Werthe für Jod und Ozon durch Hinzufügen des Factors 10/m zu reduciren.

Wir erhalten also:

$$n \times 1 \cdot 27 \times \frac{10}{m}^{\text{ mgrm}}\,J = n \times 0 \cdot 24 \times \frac{10}{m}^{\text{ mgrm}}\,O_3.$$

Bei Anordnung der Desinfectionsversuche war ich darauf bedacht, die Bacterien stets in getrocknetem oder nur wenig befeuchtetem Zustande dem Ozon auszusetzen, um einmal den möglichen Einfluss einer schützenden Flüssigkeitsschicht auszuschliessen, welchen Binz in Bezug auf die Blutkörperchen in Betracht zieht und Fischer auch bei seinen Bacterienversuchen beobachtet zu haben angiebt, und um ferner die Bedingungen im Versuche den natürlichen Verhältnissen in der Luft innerhalb und ausserhalb von Wohnräumen u. s. w. anzupassen.

Im Hinblick auf die schon betonte Möglichkeit, dass die von Fox und Wolffhügel beobachtete Thatsache, wonach Staub, wenn er organische Stoffe enthält, der Luft ihren Ozongehalt entzieht, aber diese Eigenschaft allmählich — nach erfolgter Oxydation seiner organischen Bestandtheile — einbüsst, lag es nahe, diese Wirkung der organischen Stoffe mit auf die im Staube reichlich vorhandenen Bacterien zu beziehen. Ich versuchte mehrfach ein künstliches Gemisch aus keimfrei gemachtem Staub und bestimmten Bacterien herzustellen und dasselbe, in Form eines leichten Beschlages auf Glaswandungen, der Ozonwirkung auszusetzen.

Zu diesem Zwecke wurde zunächst mit Hülfe des Sieb- und Schlämmverfahrens möglichst feiner Staub aus einer Bodenprobe hergestellt, derselbe ausgeglüht und in kleinen Mengen in sterilisirte kleine Proberöhrchen übergeführt. Nun hob ich von dem Bacterienrasen einer mindestens 24 Stunden bei höherer Brüttemperatur belassenen Kartoffelcultur grössere Partien mittelst eines Platinspatels ab, führte sie in die Staubröhrchen ein und verrieb sie dort vermittelst eines Glasstabes mit dem Staube. Gewöhnlich mischten sich die feuchten Bacterienmassen nicht sofort mit dem Staube, ich trocknete die Röhrchen daher im Exsiccator aus und suchte von Neuem eine bessere Vertheilung zu bewirken.

Bei der Umständlichkeit der ganzen Zurüstung zu meinen Versuchen, welche in allen ihren Theilen grosse Sorgfalt erforderte, war ich oft durch Störungen mancher Art zum Aufschieben des Versuches genöthigt. Solche Verzögerungen hatten zur Folge, dass von meinen Staubgemischen ein grosser Theil inzwischen unbrauchbar wurde, so dass der nicht unerhebliche Zeitaufwand für ihre Herstellung umsonst war. Ich nahm mit Rücksicht hierauf nur noch die gegen längeres Austrocknen sehr widerstandsfähigen Milzbrandsporen zu Staubgemischen.

Ausser letzteren verwandte ich Seidenfäden mit angetrocknetem Material aus Aufschwemmungen von Reinculturen auf Kartoffeln oder aus Bouilloneulturen.

Da die chemischen Wirkungen des Ozons bei Gegenwart von Feuchtigkeit ungleich heftigere sind, so brachte ich ausser den trockenen Präparaten in einem zweiten Behälter gewöhnlich noch feuchte Versuchsobjecte in den Ozonstrom.

Durch die ersten vorläufigen Versuche ermittelte ich zunächst, ob mit meinem Ozonapparate bei einfacher Anordnung eine desinficirende Wirkung überhaupt zu erreichen sei.

Versuch 1.

Als bacteriologisches Testobject dienten in gewöhnlicher Weise hergerichtete kurze Seidenfäden mit angetrockneten Milzbrandsporen. Zur Aufnahme derselben benutzte ich an beiden Enden offene, etwa 10 cm lange Glasröhren von etwa 12 mm lichter Weite. In diese wurden kleine, mit den Fäden beladene Drahtbänkchen geschoben, sodass die Fäden von allen Seiten dem durch die Röhren geleiteten Gasstrom frei zugänglich waren. Mittelst eines durch Siegellack geschützten Korkes wurde eine der Röhren direct dem Ozonapparat angefügt und hinter dieser mit Hülfe einer Glasrohr-Verbindung eine zweite angeschlossen, welche die Versuchsfäden in befeuchtetem Zustande enthielt und ausserdem mit einigen Tropfen Wasser beschickt war. Eine dritte Röhre mit Milzbrandsporenfäden wurde zur Controle zwischen den Trockenröhren und dem Ozonapparat eingeschaltet. Ein grösseres Chromsäure-Tauchelement lieferte den Strom für den Ruhmkorff'schen Inductor, welcher Funken von 1·5 cm Länge erzeugte.

Es wurde an vier auf einander folgenden Tagen täglich 20 Minuten lang Sauerstoff ozonisirt und durch die Versuchsröhren hindurch geleitet, dies geschah mit mässiger Geschwindigkeit, so dass jedesmal 1 bis $1^1/_2$ Liter Sauerstoff verbraucht wurden. Ein hinter der letzten Versuchsröhre eingeschobener Streifen Schönbein'schen Papiers zeigte stets schon unmittelbar nach Beginn der Durchleitung des ozonisirten Sauerstoffs maximale Färbung und wurde dann gewöhnlich im weiteren Verlaufe der Ozonentwickelung und etwas mehr noch während des Stehens nach derselben allmählich wieder entfärbt, welche Erscheinung auf eine Bildung von Jodsäure (in Folge der Einwirkung des Ozons auf das ausgeschiedene Jod) zurückzuführen sein mag (vgl. O. Binz). — Nach der letzten Ozonentwickelung und darauf folgendem Stehenlassen bis zum nächsten Tage wurden aus jeder der drei Röhren einige von den Fäden herausgenommen und in verflüssigte Nährgelatine gebracht, welche ich sodann bei schräger Lage der Röhrchen erstarren liess.

Das Resultat war ein völlig negatives. Sämmtliche dem Ozon ausgesetzten Fäden zeigten genau wie die Controlfäden nach zweitägigem Verweilen im Brütofen typisches Wachsthum.

Versuch 2.

Anordnung wie oben, nur wurden statt der sporenhaltigen Fäden solche eingelegt, an denen frischer Milzsaft einer an Anthrax verendeten

Maus, also völlig sporenfreies Material, angetrocknet war. Sowohl die der Ozonwirkung ausgesetzten Fäden als auch die Controlfäden zeigten ein beschränktes Wachsthum, was sich daraus erklärt, dass die Vegetationsformen des Milzbrandes das Austrocknen nicht gut vertragen. Da auch nach viertägiger Einwirkung des Ozons noch einzelne der Fäden aus beiden Versuchsröhren Wachsthum zeigten, so muss auch hier, wo es sich um weit weniger widerstandsfähige Keime handelt, das Ergebniss als negativ bezeichnet werden.

Versuch 3.

Um der Möglichkeit Rechnung zu tragen, dass in den vorigen Versuchen die mit der Flüssigkeit in das Innere der Seidenfäden eingedrungenen und dort mit den Fäden verklebten Bacterienmassen einen relativ guten Schutz gegen das gasförmige Desinficiens gefunden hätten, der ihnen nicht gegeben ist, so lange sie als Bestandtheil des Staubes in der Luft schweben oder die Oberflächen von Gegenständen mit leichtem Anflug bedecken, benutzte ich nun eine in der oben beschriebenen Weise hergestellte Mischung von Staub mit Milzbrandsporen. An Stelle der einfachen, an beiden Enden offenen Versuchsröhren traten jetzt Röhrchen, wie sie Liborius zur Cultur von Anaëroben benutzte, in welchen durch eine seitlich angebrachte Oeffnung ein in diese eingeschmolzenes Glasrohr bis fast auf den Boden reicht. Unter geeigneten Vorsichtsmassregeln brachte ich in zwei dieser Röhrchen eine kleine Menge des bacterienhaltigen Staubes, stellte damit einen leichten Beschlag auf der Glaswandung her und entfernte den Ueberschuss wieder durch einfaches Umkehren der Röhrchen. Nun fügte ich bei horizontaler Lage der Röhrchen die weite obere Oeffnung eines derselben unmittelbar dem Ozonapparat an und leitete den Gasstrom durch das seitliche Rohr ab. Es wurde mithin eine dünnste Schicht bacterienhaltigen Staubes einer überall gleichmässigen Berührung mit dem ozonisirten Sauerstoff ausgesetzt. Das zweite der Röhrchen wurde zur Controle wieder zwischen Trockenapparat und Ozonröhre eingeschaltet, im Uebrigen aber genau dieselbe Anordnung getroffen wie in Versuch 1 und 2.

Nachdem auch hier an vier auf einander folgenden Tagen je 20 Minuten lang Ozon entwickelt und durch das Röhrchen geleitet war, wurde in letzteres verflüssigte Nährgelative gegossen, der am Glase haftende Staub möglichst vollständig mit derselben abgespült und die Gelatine dann in gewöhnlicher Weise auf einer Glasplatte ausgebreitet und zum Erstarren gebracht. Ebenso wurde mit dem Controlröhrchen verfahren.

Auf beiden Platten wurden am nächstfolgenden Tage mehrere Milzbrandcolonieen sichtbar. Dass dieselben auf der Controlplatte etwas zahlreicher waren als auf der Ozonplatte, kann wohl lediglich darauf bezogen werden, dass das Controlröhrchen augenscheinlich etwas stärker mit Staub beschlagen gewesen war.

So war also auch unter diesen für die Einwirkung des Ozons möglichst günstigen Umständen von einer desinficirenden Wirkung der zur Anwendung gekommenen Menge des Ozons nichts zu bemerken. Es muss hiernach zunächst diejenige Anschauung als unhaltbar bezeichnet werden, nach welcher krankheitserregende Keime dort lebensfähig in der Luft nicht vorhanden sein können, wo dieselbe einen reichlichen Ozongehalt aufweist. Ja selbst die Verwendung künstlich bereiteten Ozongases, z. B. in geschlossenen Wohnräumen, muss schon nach den bisherigen Versuchen von zweifelhaftem Werthe erscheinen, denn in einem verhältnissmässig so grossen Raume, dazu bei Gegenwart so vieler das Ozon begierig absorbirender Dinge, wird letzteres wohl kaum jemals in solchen Mengen zu erhalten sein, als es hier selbst mit bescheidenen Hülfsmitteln in dem äusserst engen Versuchsraume anzuwenden möglich war, in welchem die Milzbrandkeime fast die einzigen Ozon in Anspruch nehmenden Dinge darstellten. Eins aber schienen auch diese Vorversuche wieder zu bestätigen, dass nämlich, entgegen der oft bethätigten Anschauung, welche dem Ozon in jeder beliebigen Verdünnung mächtige Wirkungen zuschreiben wollte, auch hier die quantitative Seite der Frage mit in Betracht zu ziehen ist.

Ich wandte mich daher zur Bestimmung der Menge des Ozons und zwar zunächst bei der gleichen Anordnung wie in den bisher besprochenen Versuchen. Wie dort jedesmal bei Beginn des Versuches wurde das Chromsäure-Element frisch gefüllt und in derselben Weise wie bei den Desinfectionsversuchen Ozon entwickelt. Die Messung des Ozons führte ich mittelst des oben beschriebenen Verfahrens aus.

Es ergab sich, dass bei der gleichen Anordnung wie in den Versuchen 1 bis 3, und wenn, wie dort, in 20 Minuten ein Liter Sauerstoff durch den Ozonapparat geleitet wurde, in der Jodkali-Vorlage eine Jodmenge abgeschieden wurde, welche zum Titriren $4 \cdot 8^{\text{ccm}}$ $Na_2S_2O_3$-Lösung erforderte. Der Titerwerth (*m*) der letzteren betrug $10 \cdot 3^{\text{ccm}}$, die gelieferte Ozonmenge demnach im Liter $\frac{4 \cdot 8 \times 0 \cdot 24}{1 \cdot 03} = 1 \cdot 12^{\text{mgrm}}$ Ozon oder $0 \cdot 052$ Vol.-Procent.

Aus den bisher beschriebenen Versuchen geht sonach hervor, dass eine Luft, welche im Liter etwa 1^{mgrm} ($= 0 \cdot 05$ Vol.-Proc.) Ozon enthält, selbst unter den günstigsten Umständen

weder die Sporen noch die vegetativen Formen des Milzbrandbacillus zu vernichten im Stande ist.

Um nun womöglich denjenigen Ozongehalt zu ermitteln, bei welchem eine desinficirende Wirkung eintritt, suchte ich jetzt die Leistungsfähigkeit des Entwickelungsapparates zu steigern. Eine Reihe vergleichender quantitativer Bestimmungen, welche ich unter theilweiser Abänderung der früheren Versuchsanordnung nach der oben beschriebenen Methode ausführte, zeigte mir, dass einmal die Verstärkung und Beständigkeit der Elektricitätsquelle, dann die Abkühlung des zu ozonisirenden Sauerstoffs und endlich dessen verlangsamte Durchleitung durch den Apparat geeignet sind, die Ozonlieferung ganz beträchtlich zu verstärken. Am ausgiebigsten fand ich dieselbe, als der Inductor, durch eine Batterie von vier kräftigen Bunsen-Elementen bedient, die Trockenvorlage durch eine Eis-Kochsalzmischung gekühlt wurde und die Geschwindigkeit des Gasstromes nur $^1/_2$ bis 1 Liter in der Stunde betrug; unter diesen Bedingungen erhielt ich einige Male gegen 11 ^{mgrm} Ozon im Liter.

Da auf diese Weise die Vorbereitungen zu jedem einzelnen Versuche recht umständlich und zeitraubend wurden, häufige Wiederholungen also unthunlich erschienen, suchte ich durch gleichzeitige Verwendung verschiedenartiger Versuchsobjecte zu mannigfaltigeren Ergebnissen zu gelangen. Statt der Röhren, welche bisher zur Aufnahme der Milzbrandpräparate gedient hatten, wurden doppelt tubulirte, 2·8 Liter fassende Glasglocken, welche Raum für eine Reihe über einander geschichteter Glasbänke boten, in den Apparat eingeschaltet.

Diese Glocken hatten, behufs Herstellung eines luftdichten Abschlusses, in ihrer Unterlage, einer dicken Glasscheibe, einen zu ihrem Rande passenden, eingeschliffenen Falz; als Verdichtungsmaterial diente Vaseline. Die Zufuhr des ozonisirten Sauerstoffs liess ich nahe dem unteren Rande der Glocken, die Ableitung durch die Oeffnung in der Kuppe erfolgen. So war bei langsamem Zuströmen des schweren ozonhaltigen Sauerstoffgases am ehesten eine gleichmässige Anfüllung des erweiterten Versuchsraumes mit demselben zu erwarten.

Die in gewöhnlicher Weise mit Hülfe zwischengelegter Glasbänke über einander geschichteten Platten trugen als Versuchsobjecte einmal den in sehr dünner Schicht ausgebreiteten bacterienhaltigen Staub (s. oben), ferner Seidenfäden mit angetrocknetem Material aus Reinculturen verschiedener Bacterienarten, dann in möglichst dünner Schicht ausgebreitete Gartenerde und endlich tuberculöses Infectionsmaterial. Letzteres, welches aus käsig-pneumonischen Herden einer menschlichen Lunge stammte, erwies sich leider hinterher — trotz des Vorhandenseins zahlreicher gut

färbbarer Bacillen im mikroskopischen Präparat — als ein ungeeignetes Testobject; von den Impfungen an Kaninchen (in die vordere Augenkammer) waren die zur Controle gemachten ebenso wirkungslos wie diejenigen, bei welchen das mit Ozon behandelte Material in Anwendung gekommen war.

Von Gartenerde wurden zwei Sorten benutzt, deren eine (I) als besonders reich an Tetanuserregern bekannt war, während ich die zweite (II) von einer beliebigen Stelle entnommen hatte. Doch zeigte sich auch die letztere Probe, zum Theil in Folge zufälliger Verunreinigung, stark untermischt mit infectiösen Keimen, da mit derselben geimpfte Mäuse theils an Tetanus, theils an malignem Oedem und vereinzelt sogar auch an Milzbrand zu Grunde gingen.

Versuch 4.

Der Inductor wird durch vier Bunsen-Elemente in Thätigkeit gesetzt und die aus zwei U-förmigen Röhren mit Schwefelsäure-Bimstein bestehende Trockenvorlage in eine Eis-Kochsalzmischung eingestellt. Von den Glocken, welche die Testobjecte enthalten, ist eine zur Controle zwischen Trockenröhren und Ozonapparat eingeschaltet, eine zweite dem letzteren angefügt. Das aus der zweiten Glocke entweichende Gas passirt auf dem Wege zur Aspiratorflasche die oben beschriebene Jodkaliumvorlage, deren Inhalt von Zeit zu Zeit behufs Bestimmung der ausgeschiedenen Jodmenge entleert und erneuert wird. Der allmählich zunehmende Ozongehalt im Versuchsraume ergiebt sich aus folgender Uebersicht.

Nr.	Volum des durchgeleiteten Gases	Zeit, in welcher dasselbe durchgeleitet wurde	Ozongehalt des aus der Versuchsglocke abgeleiteten Gases
1	2 Liter	2 Stunden	0·48 mgrm i. L.
2	1 "	2 "	2·37 " "
3	1/2 "	1 Stunde	4·1 " "

Nach Durchleitung von 3·5 Liter Sauerstoff in einem Zeitraume von fünf Stunden und bei einem zuletzt erreichten Ozongehalt von 4·1 mgrm im Liter wurde nun der elektrische Apparat ausser Thätigkeit gesetzt und das Glockeninnere luftdicht abgeschlossen. Am folgenden Tage wurden die Testobjecte aus beiden Glocken zu den Impfungen und Culturen entnommen, deren Ergebnisse in nachfolgender Tabelle niedergelegt sind.

Nr.	Testobjecte	Resultate von Impfungen und Culturen: Controle	Ozonversuch
1	Milzbrandsporen enthaltender Staub.	Auf der mit Gelatine übergossenen Platte zahlreiche Milzbrandcolonieen.	Ebenfalls zahlreiche Colonieen.
2	Milzbrandsporen, an Seidenfäden angetrocknet.	Eine geimpfte Maus stirbt am folgenden Tage an Milzbrand. In Gelatine üppiges Wachsthum.	Maus stirbt am folgenden Tage.
3	Frischer Milzsaft von einer an Milzbrand verendeten Maus, an Seidenfäden angetrocknet.	Geimpfte Maus stirbt nach 4 Tagen an Milzbrand.	Maus bleibt am Leben.
4	Bacillus pneumoniae Friedlaenderi an Seidenfäden.	In Gelatineröhrchen üppiges Wachsthum.	Ueppiges Wachsthum.
5	Staphylococcus pyogen. aur. an Seidenfäden.	„	„
6	Staphylococcus pyogen. alb. an Seidenfäden.	„	„
7	Bacillus crassus sputigenus an Seidenfäden.	„	„
8	Bacillus murisepticus an Seidenfäden.	Geimpfte Maus bleibt am Leben.	Maus stirbt nach 7 Tagen an Mäusesepticämie.
9	Gartenerde I.	Geimpfte Maus stirbt nach 7 Tagen an Tetanus.	Maus bleibt am Leben.
10	Gartenerde II.	Von 2 geimpften Mäusen stirbt eine an mal. Oedem, eine an Tetanus.	Von 2 geimpften Mäusen stirbt eine an mal. Oedem, eine an Milzbrand.

Bei 24stündigem Verweilen der Bacterien in einer trockenen Sauerstoffatmosphäre, welche im Liter $4 \cdot 1^{\text{mgrm}} = 0 \cdot 19$ Vol.-Procent Ozon enthielt, hatte letzteres also einen zweifellosen Einfluss auf die Entwickelungsfähigkeit und die Virulenz der geprüften Bacterienarten noch nicht auszuüben vermocht. Die Vegetationsformen des Milzbrandes (3) waren wohl schon durch das einfache Austrocknen geschädigt, wofür auch der verzögerte Erfolg der Controlimpfung spricht. Hingegen beweist das Verhalten der — ebenfalls wenig widerstandsfähigen und schon durch das Trocknen beeinträchtigten — Mäusesepticämiebacillen mit Sicherheit, dass hier das Ozon nicht desinficirend einwirkte.

Versuch 5.

Hinter der Glasglocke, welche im vorigen Versuche die der Ozonwirkung auszusetzenden Bacterien enthielt, wurde jetzt noch eine andere von gleicher Grösse eingeschaltet, in welcher Testobjecte — Seidenfäden mit anhaftendem Material aus Culturaufschwemmungen und Gartenerde —

in feuchtem Zustande untergebracht wurden; um die Feuchtigkeit zu erhalten, war nasses Filtrirpapier eingelegt. Die mit den zur Controle bestimmten Testobjecten beschickte Glocke wurde dagegen aus der Gasleitung mit Rücksicht darauf ausgeschaltet, dass das in der Trockenvorlage gekühlte Gas beim Passiren dieser Glocke wieder erwärmt, also zum Ozonisiren weniger geeignet werden musste. Da nachgewiesenermassen das reine Sauerstoffgas auf die Entwickelungsfähigkeit der Bacterien keinen Einfluss ausübt, durfte im Weiteren davon abgesehen werden, die Control-Testobjecte während des Versuchs im Sauerstoffstrom zu halten.

Bei einer Anordnung, welche im Uebrigen mit derjenigen des vorigen Versuches übereinstimmte, wurde nun der Inductor in Thätigkeit gesetzt, so dass während 7 Stunden etwa 8 Liter Sauerstoff ozonisirt und durch die Glocken geführt wurden. Noch gegen Ablauf dieser Versuchszeit war der Ozongehalt des aus der zweiten Glocke abgeleiteten Gases auffallend gering, 1·13 ^{mgrm} im Liter. Ich suchte die Ursache hierfür zunächst in Störungen, welche sich in der Batterie und am Inductor geltend gemacht haben konnten, und leitete daher am folgenden Tage nach Beseitigung der vermeintlichen Mängel noch einmal während 6 Stunden 7 Liter des ozonisirten Gases durch die Versuchsglocken. Das aus den letzteren abgeleitete Gas enthielt jedoch auch jetzt in dem letzten der 7 Liter nur 1·1 ^{mgrm} Ozon (= 0·051 Vol.-Procent). Damit war mir die Vermuthung nahe gelegt, dass das Ozon zu einem erheblichen Theile in der zweiten Glocke durch Berührung mit den feucht gehaltenen Materialien zerstört wurde.

Ich fand dieselbe bestätigt, als ich jetzt nach Ausschaltung der beiden Glocken die Jodkaliumvorlage unmittelbar dem Ozonerzeuger anfügte. Hier ergab sich ein Ozongehalt von 3·66 ^{mgrm} im Liter = 0·17 Vol.-Procent. In den ersten sechs aus der zweiten Glocke abgeleiteten Litern waren aber insgesammt nur 4·72 ^{mgrm} Ozon gefunden worden, während annähernd 6 × 3·66 = 21·96 ^{mgrm} Ozon beiden Glocken zugeführt sein mussten; folglich hätten in dem von diesen umschlossenen (5·6 Liter grossen) Raume noch 17·24 ^{mgrm}, also im Liter 3·07 ^{mgrm} Ozon vorhanden sein müssen. Es waren demnach fast zwei Drittel der Ozonmenge auf dem Wege durch die beiden Glocken zu Verlust gegangen. Dass dies hauptsächlich in der zweiten Glocke geschehen und durch die Gegenwart von Feuchtigkeit veranlasst war, ergiebt sich mit Wahrscheinlichkeit aus dem Vergleich mit der im vorigen Versuch erhaltenen Ozonmenge (4·1 ^{mgrm} im Liter des aus der trocken gehaltenen Glocke abgeleiteten Gases). Leider ist dort die entsprechende Gegenprobe nicht gemacht worden.

Die luftdicht abgeschlossenen Glocken blieben wieder bis zum folgenden Tage stehen. Von den als Testobjecte benutzten Bacterienformen waren mehrere — wohl in Folge der Verzögerung — in ihrer Entwickelungsfähigkeit geschädigt, wie sich aus der Controlprüfung ergab. Verwerthbar sind jedoch die folgenden Ergebnisse.

Nummer	Versuchsobjecte	Resultate der Impfungen und Culturen: Controle	Ozonversuch: trocken	Ozonversuch: feucht
1	Milzbrandsporenhaltiger Staub.	Auf Agarplatte zahlreiche Colon.	Ebenso zahlreiches Wachsthum.	—
2	Milzbrandsporen an Seidenfäden.	Im Agarröhrchen üppiges Wachsth.	Desgl. üppiges Wachsthum.	Desgl. üppiges Wachsthum.
3	Frischer Milzsaft einer an Milzbrand verendeten Maus an Seidenfäden.	Kein Wachsthum.	Spärliches Wachsth.	Kein Wachsthum.
4	Staph. pyogen. aur. an Seidenfäden.	„	Kein Wachsthum.	Spärliches Wachsth.
5	Gartenerde I (möglichst dünne Schicht).	Vgl. Versuch 4.	Geimpfte Maus stirbt nach 5 Tagen an Tetanus.	Geimpfte Maus stirbt nach 3 Tagen an Tetanus.
6	Gartenerde II (möglichst dünne Schicht).	Vgl. Versuch 4.	Desgl.	Geimpfte Maus stirbt nach 3 Tagen an Milzbrand unter gleichzeitigen tetanischen Erscheingn.

Von einer Einwirkung des Ozons ist auch hier in keinem Falle etwas zu erkennen. Also auch bei Gegenwart von Feuchtigkeit liess eine Atmosphäre mit dem anfänglichen Ozongehalt von 3 mgrm im Liter = 0·14 Vol.-Procent die Bacterien augenscheinlich gänzlich unbehelligt.

Versuch 6.

Um grössere Ozonmengen noch einmal in derselben Weise prüfen zu können, wie im vorigen Versuch, war ich vor Allem bestrebt, den begünstigenden Einfluss der Kälte auf die Ozonlieferung wirksamer zu gestalten, als dies bei Anwendung des bisher benutzten Ozonerzeugers möglich war. Ein durch die Güte des Herrn Professor Victor Meyer mir vom chemischen Universitätslaboratorium bereitwilligst zur Verfügung gestellter Apparat war für diesen Zweck günstiger construirt. Derselbe war von ungefähr gleicher Grösse und bestand wie jener aus den Siemens'schen in einander geschobenen Glasröhren mit Metallbelag, nur waren dieselben senkrecht in einem mit Fuss versehenen Glascylinder angebracht; dies

war dadurch ermöglicht, dass die zur Ableitung des ozonisirten Gases bestimmte verjüngte Glasröhre — ähnlich wie das Ausflussrohr einer Gay-Lussac'schen Bürette — umgebogen war und neben den Ozonröhren her nach oben lief. So konnte ich den Ozonapparat selbst in eine Kältemischung einstellen und besser als bisher verhindern, dass dem in den Trockenröhren stark gekühlten Sauerstoff wieder Wärme zugeführt wurde. Behufs sorgfältigeren Trocknens wurde das Gas zunächst durch zwei hohe, mit concentrirter Schwefelsäure gefüllte Waschflaschen und darauf noch durch zwei mit Chlorcalciumstückchen gefüllte U-förmige Röhren geleitet. In letzteren war es wie in dem Ozonapparat von der Kältemischung (Eis-Chlorcalcium) umgeben, deren Temperatur sich zwischen — 15° und — 23° C. hielt. Ferner wurde die aus vier Elementen bestehende Bunsen-Batterie noch durch fünf grosse Daniell'sche Elemente verstärkt, und endlich die grossen Versuchsglocken durch kleinere von nur 700 ^{ccm} Rauminhalt ersetzt. Im Uebrigen blieb die Anordnung dieselbe wie im vorigen Versuch.

Nachdem der elektrische Apparat in Thätigkeit gesetzt war, wurde ein möglichst gleichmässig langsamer Sauerstoffstrom während $5^1/_2$ Stunden durch das Gasleitungssystem geführt, so dass in dieser Zeit drei Liter Wasser aus der Aspiratorflasche austraten. Das letzte Liter des aus der zweiten Versuchsglocke abgeleiteten Gases enthielt zufolge der Messung des in der Jodkaliumvorlage abgeschiedenen Jods 5·83 ^{mgrm} Ozon = 0·27 Vol.-Procent. In dem gleich darauf aus dem Ozonerzeuger unmittelbar in die Jodkaliumlösung übergeleiteten Gase wurde jetzt ein Ozongehalt von 13·53 ^{mgrm} im Liter = 0·63 Vol.-Procent nachgewiesen. Da auch diesmal mit den ersten beiden Litern nur wenig Ozon aus den Glocken abgeleitet war, so ergiebt sich wiederum, wie im vorigen Versuch, ein mehr als die Hälfte der ursprünglichen Menge betragender Verlust an Ozon.

Die aus dem Gasstrom ausgeschalteten Versuchsglocken blieben bis zum folgenden Tage abgeschlossen stehen. Dann wurden ihnen die Testobjecte entnommen und zugleich mit den in anderen Behältern trocken und feucht aufbewahrten Controlobjecten von derselben Herkunft zu Impfungen oder Culturen (Röhrchen mit schräg erstarrtem Agar bei Zimmertemperatur) verwandt, deren Ergebnisse nachstehende Tafel (S. 128) enthält.

Das hier zur Verwendung gekommene Gas mit dem Ozongehalt von anfänglich 13·53 ^{mgrm} (und nach der Einwirkung auf die unter den Glocken neben den Mikrobien ihm ausgesetzten organischen Stoffe noch von 5·83 ^{mgrm} im Liter) stellt nach den

Nummer	Versuchsobjecte	Resultate von Impfungen und Culturen		
		Controle (trocken u. feucht)	Ozonversuch	
			trocken	feucht
1	Milzbrandsporen an Seidenfäden.	Nach 3 Tagen üppig. Wachsthum.	Nach 4 Tagen spärliches Wachsth.	Kein Wachsthum.
2	Staph. pyogen. alb. an Seidenfäden.	Nach 4 Tagen reichl. Wachsthum.	Kein Wachsthum.	„
3	Gartenerde I.	Vergl. Versuch 4.	Geimpfte Maus bleibt am Leben.	Geimpfte Maus stirbt nach 2 Tagen an malign. Oedem.
4	Gartenerde II.	„	2 geimpfte Mäuse bleiben am Leben.	Geimpfte Maus stirbt nach 6 Tagen an Tetanus.

obigen Ergebnissen offenbar denjenigen Concentrationsgrad des Ozons dar, bei welchem eine bacterientödtende Wirkung des letzteren eben sich zu zeigen beginnt, ohne jedoch schon sicher in jedem Falle einzutreten. Die Culturversuche mit Milzbrandsporen und weissen Eiterkokken (welche in allen Theilen doppelt ausgeführt wurden) ergaben deren völlige Abtödtung bei Gegenwart von Feuchtigkeit, während im trockenen Zustande zwar die Eiterkokken vernichtet waren, die Milzbrandsporen aber nur eine beschränkte Einbusse an ihrer Entwickelungsfähigkeit erfahren hatten, da ein makroskopisch erkennbares Wachsthum nur ein wenig später und nicht so reichlich auftrat wie im Controlversuch. Vielleicht waren hier lediglich die oberflächlich den Seidenfäden anhaftenden Sporen getödtet worden und die in den tieferen Schichten geschützter liegenden entwickelungsfähig geblieben.

Die mit der Gartenerde erhaltenen Resultate könnten auffällig erscheinen, da mit der feucht gehaltenen Probe die Infection gelang, mit der trockenen dagegen nicht. Dass die Erfolglosigkeit der Impfungen mit der trockenen Erdprobe nicht auf die Einwirkung des Ozons, sondern auf ein zufälliges Fehlen der Keime in den betreffenden drei Fällen zurückzuführen sei, ist gegenüber dem Resultat sämmtlicher früheren Impfungen mit Gartenerde nicht eben wahrscheinlich, wenn auch nicht unmöglich (von zehn im Ganzen ausgeführten Impfungen schlug nur eine mit Gartenerde I fehl), und das zu allen Versuchen benutzte Erdmaterial war durch Schütteln und Umrühren zu einem möglichst gleichartigen gemacht worden. Hinsichtlich der feucht gehaltenen Erdproben aber ist zu bemerken, dass dieselben auf den Glasplatten einen kaum mehr als papierdünnen, jedoch ziemlich dichten lehmartigen Ueberzug gebildet hatten. Dieser Zustand des Testobjectes ist möglicher Weise daran schuld gewesen, dass die Desinfectionswirkung hier, im Gegensatz zu den trocken ge-

haltenen Erdproben, ausgeblieben ist. Vielleicht hat das Ozon eben nur jene dichte, lehmige Auflagerung, in der die Bacterien eingebettet waren, nicht hinreichend zu durchdringen vermocht. Seit den Untersuchungen von R. Koch und G. Wolffhügel über den Desinfectionswerth der schwefligen Säure weiss man, wie wenig leicht gasförmige Desinfectionsmittel die Gegenstände durchdringen.[1]

V. Praktische Verwendbarkeit des gasförmigen Ozons.

Ist nun einerseits durch den letzten Versuch dargethan, dass Ozongas allerdings bacterienfeindliche Wirkungen äussern kann, so erscheint andererseits die Frage der praktischen Verwendbarkeit desselben als Desinficiens nunmehr in einem Lichte, welches ihre bündige Beantwortung, und zwar in entschieden verneinendem Sinne, ermöglicht. Schon dass eine erkennbare — aber immer noch unsichere — desinficirende Wirkung des Ozons erst bei einem so starken Concentrationsgrade eintrat, wie er nur mit aussergewöhnlichen Hülfsmitteln erzielt werden konnte, dürfte seine Unbrauchbarkeit zur Genüge beweisen. Denn selbst wenn es möglich wäre, die erforderlichen ungeheuren Mengen des Gases zu Desinfectionszwecken in der Praxis zu beschaffen, so könnte man dasselbe doch seiner heftigen zerstörenden Wirkungen wegen sicher nicht mehr verwenden.

Auch die therapeutische Ausnutzung seiner antibacteriellen Eigenschaften wäre schon aus diesem Grunde unmöglich. Ferner ist hervorzuheben, dass auch die hohe Zersetzlichkeit des Ozons, welche in den letzten beiden Versuchen bei Gegenwart feuchter oxydirender Körper selbst bei fortdauernder Entwickelung desselben sofort eine Verringerung seiner Menge bis unter die Hälfte des ursprünglichen Ozongehaltes bedingte, die gleichmässige Anfüllung eines grösseren Raumes, z. B. eines Wohnzimmers, mit einer Luft von hinreichendem Ozongehalt zur völligen Unmöglichkeit machen muss. Endlich kommt noch in Betracht, dass aus dem letzten Versuch im günstigsten Falle nur die Vernichtung der ganz oberflächlich den Gegenständen anhaftenden und — wenn man will — auch der frei in der Luft schwebenden Bacterien gefolgert werden kann, während dieselben im Uebrigen sowohl in den trockenen Seidenfäden wie in der dünnen feuchten Erdschicht entwickelungsfähig, bezw. infectionstüchtig geblieben waren. Dass eine derartige, auf die Luft und die zugänglichsten Oberflächen sich beschränkende Desinfection, wenn wirklich erreichbar, doch ohne jeden praktischen Werth ist, liegt wiederum auf der Hand.

[1] Vgl. *Mittheilungen a. d. Kaiserl. Gesundheitsamt.* Berlin 1881. S. 234 u. 188.

Somit dürfte fernerhin über alle Bemühungen, welche dahin gehen, die schädigende Wirkung des gasförmigen Ozons auf pathogene Bacterien für die Therapie oder für prophylaktische Desinfection zu verwerthen, ohne Weiteres der Stab zu brechen sein.

VI. Untersuchungen über Lender'sches Ozonwasser.

a) Chemische Prüfung.

Das Ozonwasser, welches in zwei verschiedenen Concentrationen (7·5 ^{dgrm} im Liter und 2·5 ^{dgrm} im Liter nach Angabe des Verkäufers) frisch aus der Fabrik bezogen war und seit seiner Ankunft in der uneröffneten Kiste und bei vollkommen unversehrter Verpackung der Flaschen im Keller gestanden hatte, wurde zunächst einer qualitativen Analyse unterworfen. Beim Entfernen des Glasstöpsels fiel sofort der intensive Geruch der — übrigens wasserklaren — Flüssigkeit auf, welcher freilich mehr an Chlor als an Ozon erinnerte. Die Reaction war neutral, Lackmuspapierstreifen wurden allmählich entfärbt.

Die gewöhnlichen Reactionen auf Ozon, welche jedoch dieses nicht ausschliesslich anzeigen, konnten mit dem „Ozonwasser" leicht hervorgerufen werden. So wurde das Schönbein'sche Jodkaliumstärkepapier intensiv gebläut, auch Guajactinctur blau gefärbt, eine stark verdünnte Indigolösung merklich entfärbt, Mangansulfatpapier gebräunt. In Wurster's „Tetrapapier" erzeugte ein Tröpfchen des „Ozonwassers" einen deutlichen blauvioletten Fleck. Endlich wurde durch das als Reagens auf salpetrige Säure herangezogene Metaphenylendiamin in der stärkeren Sorte „Ozonwasser" eine intensive, in der weniger concentrirten eine schwache rosarothe Färbung hervorgerufen, wie sie aber in ganz ähnlicher Weise auch mit Chlorwasser und einer Lösung unterchloriger Säure erzielt wurde.

Zum sicheren Nachweis des Ozons diente sodann einmal das Reagenspapier nach Houzeau, ein Papierstreifen, der mit Jodkalium enthaltender neutraler Lackmuslösung getränkt war, und ausserdem die Probe mit reinem Silberblech. Die deutliche Blaufärbung, welche durch das Ozonwasser in dem Houzeau'schen Papier erzeugt wurde,[1] und das Auftreten eines schwarzbraunen Ueberzuges von Silbersuperoxyd auf dem mit Ozonwasser in Berührung gebrachten Silberblech dürften beweisen, dass überhaupt Ozon vorhanden war.

Zur Prüfung auf Wasserstoffsuperoxyd diente neben dem Verhalten gegenüber Manganverbindungen — Mangansulfat (s. oben) wurde in

[1] Vgl. Engler, *Historisch-kritische Studien.* S. 40.

Mangansuperoxyd übergeführt, Kaliumhypermanganat nicht reducirt — besonders folgende Reaction. Einige Cubikcentimeter „Ozonwasser" wurden in einem Reagensglase mit einem Tropfen verdünnter Kaliumbichromatlösung und einigen Tropfen verdünnter Schwefelsäure versetzt und mit etwas Aether geschüttelt. Eine Blaufärbung des Aethers — wie sie bei Gegenwart von H_2O_2 eintreten müsste — war nicht zu erkennen.

Das Vorhandensein salpetriger Säure konnte durch die Reaction mit Metaphenylendiamin (vgl. oben) nicht mit Sicherheit nachgewiesen werden.

Bezüglich der Frage nach der Gegenwart von Chlor und unterchlorige Säure, welche durch den offenbar chlorähnlichen Geruch besonders nahe gelegt war, konnte jedoch eine sichere Entscheidung nicht getroffen werden. Zunächst ergab die bekannte Silbernitratprobe eine deutliche weisse Trübung, welche auf Ammoniakzusatz verschwand und durch Salpetersäure wieder hergestellt wurde. Da nach Lender, welcher sich hierbei auf Untersuchungen von Carius[1] beruft, dieser weisse Niederschlag lediglich auf der Gegenwart von Kalium- und Natriumchlorid beruhen soll, welches aus dem atmosphärischen Staube stamme und zufällige Verunreinigungen darstelle, so wurde nun eine Probe des Ozonwassers durch längeres Kochen von allen Gasen befreit und wieder mit Silbernitratlösung versetzt. Es trat wiederum eine deutliche weisse Trübung ein. Hiernach wäre der Gehalt des Ozonwassers an nicht flüchtigen Chlorverbindungen zuzugeben, während freies Chlor und unterchlorige Säure immerhin ebenfalls vorhanden sein könnten. Gegen das Vorhandensein erheblicher Mengen der Säure würde die neutrale Reaction des Ozonwassers sprechen, deren Deutlichkeit freilich durch die allmählich eintretende Entfärbung des Lackmuspapieres beeinträchtigt wurde. Das bei meinen Gasversuchen zum Vergleiche wiederholt hergestellte Ozonwasser, das durch längeres Einleiten von ozonhaltigem Sauerstoff in destillirtes Wasser zubereitet wurde, blieb auf Zusatz von Silbernitratlösung vollkommen klar.

Zur quantitativen Prüfung versetzte ich endlich ein abgemessenes Volum von jeder Sorte des Ozonwassers mit Jodkaliumlösung und titrirte nach schwachem Ansäuern mit Salzsäure das ausgeschiedene Jod in der früher beschriebenen Weise mit $^1/_{100}$ Normal-Natriumthiosulfatlösung. Leider berechtigt der qualitative Befund uns nicht zu der Annahme, dass hier die Jodausscheidung lediglich durch Ozon bewirkt sei. Würde aber thatsächlich nur Ozon — und nicht vielleicht auch Chlor oder unter-

[1] *Deutsche Klinik.* 1873.

chlorige Säure — die Reaction bedingt haben, so ergäbe sich aus der maassanalytischen Bestimmung, dass die stärkere Lösung (von 7·5 ^{dgrm} O_3 im Liter nach Angabe des Fabrikanten) 2·013 ^{dgrm} Ozon im Liter oder 9·38 Vol.-Procent und die schwächere (von 2·5 ^{dgrm} im Liter nach Angabe) 0·5517 ^{dgrm} O_3 im Liter oder 2·57 Vol.-Procent enthielt.

Beide Sorten „Ozonwasser" würden hiernach also nur etwa den vierten Theil der angegebenen Menge Ozon enthalten haben — immerhin aber noch recht concentrirte Lösungen des Gases darstellen.

Die von mir ausgeführte Prüfung des Lender'schen Ozonwassers hat nicht zu einem Resultat geführt, durch welches die Zweifel an der chemischen Zusammensetzung dieses Präparates als beseitigt anzusehen wären. Im gegebenen Falle, wo das Ozonwasser direct aus der Fabrik mit dem ausdrücklichen Bemerken, dass es zu Versuchen dienen sollte, bezogen war, wird man uns ein „Ozonwasser" ohne Ozon kaum geliefert haben. Ich bezweifle auch nicht das Vorhandensein des Ozons, muss aber vermuthen, dass neben diesem noch andere Körper, wie Chlor und unterchlorige Säure, welche zum grossen Theil die gleichen Reactionen — namentlich die bei der quantitativen Prüfung in Betracht kommenden — geben, im „Ozonwasser" zugegen sind. Wie dieselben hineinkommen, entzieht sich für mich vorerst der Erörterung; ihre Beimengung kann eine vorsätzliche oder auch eine unabsichtliche sein. Aehnlich liegt es mit den nicht flüchtigen Chlorverbindungen im Ozonwasser, denn auch diese können durch ungenügende Reinigung der Materialien u. dergl. — oder aber auch durch absichtliche Zusätze bewirkt sein, welche zum Zweck der Verschleierung des Gehaltes an Chlor und unterchloriger Säure dienen sollen. (Vgl. S. 104 u. 105.)

b) Bacteriologische Versuche.

Trotz des unsicheren Ergebnisses meiner auf die Klarstellung der chemischen Beschaffenheit des Ozonwassers gerichteten Ermittelungen war ich noch bemüht, auch das Verhalten des „Ozonwassers" gegenüber pathogenen Bacterien, über welches experimentelle Erfahrungen meines Wissens bisher nicht vorliegen, durch einige Versuche zu prüfen. Letztere mögen daher ebenfalls hier aufgeführt werden, obwohl ihre Bedeutung für die Beurtheilung des desinfectorischen Werthes wässeriger Ozonlösungen wegen der zweifelhaften Zusammensetzung der Lender'schen Präparate zunächst natürlich fraglich bleiben muss.

Ausser den unverdünnten „concentrirten" Lösungen kam von jeder Sorte zunächst eine Verdünnung zur Anwendung, welche nach den Lender'schen Angaben als „starkes Injections- und Gurgelwasser" (1·0 ^{dgrm}

im Liter) gebraucht werden soll. Ich arbeitete daher Anfangs mit vier Lösungen, welche ich der Kürze halber wie folgt bezeichne:

Ia = „Ozonwasser 7·5 ^{dgrm} im Liter“ nach Lender,
Ib = 30 ^{ccm} von Ia : 225 ^{ccm} aq. dest.,
IIa = „Ozonwasser 2·5 ^{dgrm} im Liter“ nach Lender,
IIb = 90 ^{ccm} von IIa : 225 ^{ccm} aq. dest.

Hierzu kamen später noch zwei weitere Verdünnungen, welche nach Lender als „einfaches Injections- und Gurgelwasser“ zu bezeichnen wären:

Ic = 15 ^{ccm} von Ia : 225 ^{ccm} aq. dest.,
IIc = 30 ^{ccm} von IIa : 225 ^{ccm} aq. dest.

Versuch 1.

Für den Versuch wurden von mehreren Bacterienarten in je vier, 1 ^{ccm} Nährbouillon enthaltenden Röhrchen Reinculturen angelegt und 24 Stunden bei 36° C. gehalten. Dann wurde jedem derselben zunächst eine Platindrahtöse entnommen und in ein anderes Röhrchen mit verflüssigtem (und schräg erstarrendem) Agar übergeimpft. Nun erfolgte der Zusatz von je 1 ^{ccm} einer der obigen Lösungen zu den Bouillonculturen, worauf dann zu verschiedenen Zeiten sämmtlichen Bouillonröhrchen je zwei Platindrahtösen entnommen und wie vorhin in verflüssigten Agar übertragen wurden.

In folgender Uebersicht, welche über die Ergebnisse der Culturversuche Auskunft giebt, ist jedes der Röhrchen mit der Bezeichnung derjenigen „Ozonlösung“ versehen, welche der betreffenden Bouilloncultur, aus der es geimpft war, (vorher oder nachher) zugesetzt wurde.

Abkürzungen.

Das Zeichen + bedeutet regelrechtes Wachsthum,
„ „ +* „ verzögertes Wachsthum,
„ „ — „ kein Wachsthum.

A. Vor Zusatz von „Ozonwasser“.

Eine Platinöse; Agarröhrchen bei Zimmertemperatur.

	Ia	Ib	IIa	IIb
1. Bacillus anthracis	+	+	+	+
2. Bacillus typhi abdominalis	+	+	+	+
3. Bacillus pneumoniae Friedlaend.	+	+	+	+
4. Staphylococcus pyogenes aureus	+	+	+	+

B. Nach Zusatz von „Ozonwasser“.

Zwei Platinösen; Agarröhrchen bei Zimmertemperatur.

1. Nach 15 Minuten.

	Ia	Ib	IIa	IIb
1. Bacillus anthracis	—	—	—	—
2. Bacillus typhi abdominalis	—	+*	—	+*
3. Bacillus pneumoniae Friedlaend.	—	+	+	+
4. Staphylococcus pyogenes aureus	+*	+	+	+

2. Nach 3 Stunden.

	Ia	Ib	IIa	IIb
1. Bacillus anthracis	—	—	—	—
2. Bacillus typhi abdominalis	—	—	—	—
3. Bacillus pneumoniae Friedlaend.	—	+	+	+
4. Staphylococcus pyogenes aureus	—	+	+*	+

3. Nach 24 Stunden.

	Ia	Ib	IIa	IIb
1. Bacillus anthracis	—	—	—	—
2. Bacillus typhi abdominalis	—	—	—	—
3. Bacillus pneumoniae Friedlaend.	—	+	+	+
4. Staphylococcus pyogenes aureus	—	—	—	—

Zugleich mit den Bouillonculturen hatte ich in einigen Röhrchen auch die früher benutzte Gartenerde der Einwirkung des „Ozonwassers“ unterstellt, indem ich zu etwa 1 ^{grm} derselben immer 1 ^{ccm} Ozonwasser hinzuthat und dieses Gemisch 24 Stunden lang stehen liess. Die Resultate der nunmehr mit den Erdproben an Mäusen vorgenommenen Impfungen waren folgende.

	Ia	Ib	IIa	IIb
Gartenerde I	Tod nach 3 Tag. an malignem Oedem.	Tod nach 4 Tag. an Tetanus.	Tod nach 3 Tag. an malignem Oedem.	Tod nach 4 Tag. an Tetanus.
Gartenerde II	Bleibt am Leben.	Bleibt am Leben.	Tod nach 4 Tag. an Tetanus.	Tod nach 4 Tag. an malignem Oedem.

Theile der so behandelten Erdproben wurden ferner vergleichsweise in Agarröhrchen übertragen und ergaben durch massenhaftes Entstehen der verschiedenartigsten Colonieen in jedem einzelnen Falle auch das reichliche Vorhandensein saprophytischer Keime.

Die Gartenerde war also nicht desinficirt, während im Uebrigen nicht unerhebliche Wirkungen des „Ozonwassers“ zur Beobachtung kamen. Möglicher Weise war die geringe Menge des wirksamen Agens im „Ozonwasser“ durch Sättigung chemischer Affinitäten zu den verhältnissmässig reichlich vorhandenen leicht zersetzlichen Bestandtheilen der Gartenerde in Anspruch genommen. Diese Möglichkeit würde übrigens z. B. für Chlor in ganz ähnlicher Weise in Betracht kommen, wie für Ozon.

Versuch 2.

Die schnelle Vernichtung der Milzbrandkeime im vorigen Versuch legt die Vermuthung nahe, dass es sich dort nicht um völlig ausgebildete Sporen handelte. Es erschien daher angezeigt, den Versuch mit einem Object von bekannter Widerstandsfähigkeit zu wiederholen. Als solches benutzte ich an Seidenfäden angetrocknete Milzbrandsporen, von welchen durch Versuche nachgewiesen war, dass sie eine dreistündige Einwirkung trockener Hitze von 100° C., ein drei Minuten langes Verweilen im strömenden Wasserdampf und einen viertägigen Aufenthalt in fünfprocentiger Carbolsäurelösung vertragen. Nachdem dieselben verschieden lange in den Lender'schen Lösungen gelegen hatten, wurden sie herausgenommen und in Agar eingebettet. Ihr Wachsthum veranschaulicht folgende Tabelle.

Zeit des Verweilens im „Ozonwasser“	Ia	Ib	Ic	IIa	IIb	IIc
1. 5 Minuten . . .	+	+	+	+	+	+
2. 20 „ . . .	+	+	+	+	+	+
3. 1 Stunde . . .	+	+	+	+	+	+
4. 24 Stunden . . .	—	—	—	—	—	—

Nach diesen Ergebnissen war der Zeitpunkt des Eintritts der Wirkung hier nicht genau getroffen, da nach einer Stunde noch alle Sporen entwickelungsfähig, nach 24 Stunden aber bereits alle getödtet waren. Immerhin ist ersichtlich, dass die Lender'schen Lösungen unter Umständen desinficirende Wirkungen auszuüben vermögen; dabei bleibt es freilich eine offene Frage, inwieweit diese Leistung auf Rechnung des Ozons zu setzen ist oder durch unterchlorige Säure u. dgl. bewirkt war.

Aeussere Umstände nöthigen mich, die Untersuchungen über diesen Gegenstand abzubrechen, und so muss ich mich mit der hier dargestellten Vorprüfung desselben begnügen. Gleichwohl dürfte letztere die Aufforderung enthalten, vor Allem die chemische Natur des „Ozonwassers“ endlich einmal über allen Zweifel zu erheben. Nur die Gewissheit, dass

das Lender'sche „Ozonwasser" als wirksames Agens einzig Ozon, dieses aber gleichmässig in beachtenswerther Menge enthalte, kann zu eingehenderen bacteriologischen Versuchen Veranlassung geben. Diese würden dann zu entscheiden haben, ob das im gasförmigen Zustande als Desinficiens nicht verwerthbare Ozon als solches wirksam und brauchbar ist in Form wässeriger Lösungen.

Bezüglich des „Antibakterikon", des als ölige Ozonlösung empfohlenen Präparates des Dr. O. Ringk (s. S. 105), dessen Brochüre mir beim Abschluss dieser Arbeit zugeht, steht mir ein bestimmtes Urtheil nicht zu. Der Eindruck, den ich beim Durchlesen der Abhandlung gewonnen, lässt mir jedoch diese nach Form und Inhalt wenig dazu geeignet erscheinen, um zu Gunsten des Antibakterikons den Zweifeln, welche im Allgemeinen hinsichtlich der Ozonpräparate — und zwar gewiss nicht ohne Grund — bestehen, von vornherein den Boden zu entziehen.

Zum Schlusse sei es mir gestattet, Herrn Professor Wolffhügel für die Anregung und vielfache Unterstützung bei Aufnahme und Ausführung dieser Arbeit meinen besten Dank auszusprechen.

Neue Erfahrungen über Nervenfieber und Milchwirthschaft.

Von

Ernst Almquist,
erstem Stadtarzt in Göteborg.

Im vergangenen Sommer machten sich in Schweden recht viele Nervenfieberepidemieen bemerkbar. Es scheint, dass die Krankheit dann öfter als sonst epidemisch hervortrat. Eine von diesen Epidemieen habe ich an Ort und Stelle in der Provinz Bohuslän, nördlich von Göteborg, studirt. Alle Details sind mir von dem dortigen Kreisarzt Dr. K. Sundberg mitgetheilt worden.

In einer Landgemeinde Svarteborg, die etwa 3000 Einwohner zählt, zeigten sich Mitte Juni plötzlich viele Fälle von Nervenfieber. Die Gemeinde selbst und ihre nächstliegenden Nachbargemeinden waren vorher, soweit bekannt, von der Seuche ganz befreit. Nun entstanden plötzlich während 14 Tage in 39 Bauernhöfen 52 Krankheitsfälle.

Die Gemeinde besteht hauptsächlich aus kleinen, für sich apart liegenden Bauerngütern. Jedes Gut hat gewöhnlich nur ein kleines Wohnhaus, das die Familie des Bauers sowohl wie die Dienerschaft und Milchwirtschaft einräumt. Die Ställe sind primitiv eingerichtet, ebenso lässt das Aufsammeln von Latrin und Mist, vom hygienischen Gesichtspunkte betrachtet, Alles zu wünschen übrig.

Die vom Nervenfieber heimgesuchten Häuser lagen fast über die ganze Gemeinde zerstreut, die entferntesten etwa 10 Kilometer von einander. Viele Häuser mitten unter den anderen gingen frei aus. Dr. Sundberg fand bei näherer Untersuchung, dass alle die von der Seuche im Juni betroffenen Häuser Milch einer und derselben Meierei ablieferten. Diese Meierei besteht seit etwa einem Jahr und arbeitet derartig, dass alle für den Tag leverirte Milch in ein Gefäss zusammengegossen und

danach mittelst eines Separators abgerahmt wird. Jeder Bauer hat das Recht, dasselbe Quantum abgerahmter Milch zurückzunehmen, das er eingeliefert hat. Alle die im Juni Erkrankten hatten factisch in den Wochen vor der Erkrankung abgerahmte Milch von der genannten Meierei getrunken. Da für die vielen heimgesuchten Bauernhöfe kein anderes gemeinsames Moment zu entdecken war, so schloss Dr. Sundberg, dass die Milch von der Meierei die Krankheit verbreitet katte. Ich muss ihm beistimmen, da auf andere Art die grosse Verbreitung dieser sonst so ausgeprägt localen Krankheit kaum erklärt werden kann.

Der genannte Arzt fand bei weiterer Untersuchung, dass einer von den Milch producirenden Bauernhöfen die anderen hatte anstecken können. Er traf nämlich beim Einbruche der Epidemie auf einem Gute ein Weib, das, ohne ärztliche Hülfe zu rufen, seit Mitte Mai an einer Fieberkrankheit darnieder gelegen hatte und nach einem Monat noch nicht ganz hergestellt war. Es ging mit Wahrscheinlichkeit hervor, dass sie an Nervenfieber gelitten hatte. Im selben Hause hatte in der letzten Hälfte des April ein Kind an einer Fieberkrankheit gelegen. Von diesem Gute ging also mit Wahrscheinlichkeit die Seuche aus.

Die Epidemie verlief wie unten die Tabelle aufweist. Sie giebt den Namen jedes heimgesuchten Gutes nebst dem Erkrankungstag jedes Erkrankten und Bemerkungen. Der Erkrankungstag war im Allgemeinen nicht ganz exact zu ermitteln. Die Abortivfälle sind nicht aufgeführt. Ein cursiv gedrucktes Datum bedeutet, dass es eine Person unter 15 Jahren betrifft; ein dem Datum hinzugefügtes † bedeutet, dass der Betreffende starb.

Nr. 1. Dingle 1. 8./VI., 17./VI. †.
„ 2. Logem 1. 8./VI., 21./VII. †, *21./VII.*, 21./VII., 21./VII.
„ 3. Ramberg 1. 8./VI.
„ 4. Ramberg 2. 9./VI., 9./VI.
„ 5. Stenmyr 1. 9./VI., 29./VI.
„ 6. Svarteborg 1. 9./VI., 9./VI. †, 9./VI.
„ 7. Svarteborg 2. 9./VI., 22./VI. †, 31./VII. (3 Schwestern!)
„ 8. Bärby 1. 12./VI., *13./VI.*, *13./VI.*, *13./VI.*
„ 9. Medbo. 12./VI.
„ 10. Dingle 2. 12./VI., 13./VI.
„ 11. Dingle 3. 12./VI.
„ 12. Stora Aspang 1. 12./VI.
„ 13. Skulestad. 12./VI.
„ 14. Gesjö 1. 12./VI., *14./VI.*, 16./VII. †.
„ 15. Julseröd 1. 13./VI. †, 18./VII., 18./VII., 21./VII., 1./IX., 8./IX., 8. IX. (Drei naheliegende Häuser mit zwei Haushaltungen; die vier zuerst Erkrankten gehörten zu einer, die drei späteren zu der zweiten Haushaltung.)
„ 16. Gesjö 2. 14./VI.

Nr. 17. Dingevall 1. 14./VI.
„ 18. Svarteborg 3. 15./VI.
„ 19. Svarteborg 4. 17./VI.
„ 20. Stora Aspang 2. *18./VI.*, *18./VI.*, 19./VI., 27./VIII.
„ 21. Os. 19./VI.
„ 22. Rom. 20./VI.
„ 23. Skärfhem. 20./VI.
„ 24. Longevall. 20./VI.
„ 25. Kolstorp 1. 21./VI., 29./VII., *1./VIII.*, 10./VIII., 3./IX.
„ 26. Kolstorp 2. 21./VI.
„ 27. Östeby 1. 22./VI.
„ 28. Östeby 2. 22./VI., 1./VIII. †, *26./VIII.*, *8./IX.*
„ 29. Stensmyr 2. 23./VI.
„ 30. Östeby 3. 24./VI.
„ 31. Backa. 24./VI.
„ 32. Gregeröd. 24./VI. †, 17./VII.
„ 33. Prestegorden 1. 25./VI.
„ 34. Prestegorden 2. *25./VI.*, *25./VIII.*
„ 35. Skogen. 25./VI.
„ 36. Svarteborg 5. 25./VI.
„ 37. Svarteborg 6. 25./VI.
„ 38. Östeby 4. 25./VI.
„ 39. Bärby 2. 25./VI., 21./VII.
„ 40. Mellingeröd. 14./VII., 14./VII., 5./VIII. (Viel Verkehr in erkrankt. Häusern.)
„ 41. Bärby 3. 20./VII., 29./VII., 6./VIII.
„ 42. Loghem 2. 21./VII. † (nahe Nr. 2).
„ 43. Kolstorp 3. *22./VII.*, *22./VII.*, 10./VIII., 14./VIII.
„ 44. Tosemarken. 23./VII. †.
„ 45. Berg 2. 25./VII., 25./VII. (In Nr. 55 gepflegt), 26./VII., 29./VII.
„ 46. Lilla Aspang. *26./VII.*, 3./IX. (Der erst Erkrankte hatte in Nr. 4 gedient.)
„ 47. Meierei. 27./VII. (Vorsteherin der Milchwirthschaft.)
„ 48. Loghem 3. 1./VIII. (Ein Abortivfall im Hause im Juni.)
„ 49. Stenhed. *1./VIII.* (Ein Abortivfall im Hause im Juni.)
„ 50. Stacksängen. 9./VIII. (Hat Kranke in Nr. 45 gepflegt), 13./IX.
„ 51. Hökärr. 12./VIII. (In Nr. 20 gedient.)
„ 52. Sandseröd. 17./VIII. (Kranke in Nr. 40 gepflegt.)
„ 53. Grimos. 24./VIII. †. (In Nr. 33 gedient.)
„ 54. Bärby 4. *25./VIII.*, 1./IX.
„ 55. Hattefjell. 26./VIII. (In Nr. 12 gearbeitet.)
„ 56. Bärby 5. 2./IX. (Hier ein Kranker von Nr. 45 gepflegt.)

Die Erkrankungen vertheilen sich folgendermassen auf die Tage:

Den	8.	Juni	3	Erkrankungen	Den	17.	Juni	2	Erkrankungen
„	9.	„	7	„	„	18.	„	2	„
„	12.	„	7	„	„	19.	„	2	„
„	13.	„	5	„	„	20.	„	3	„
„	14.	„	3	„	„	21.	„	2	„
„	15.	„	1	„	„	22.	„	3	„

Den 23.	Juni	1	Erkrankung
„ 24.	„	3	Erkrankungen
„ 25.	„	7	„
„ 29.	„	1	„
Den 14.	Juli	2	Erkrankungen
„ 16.	„	1	„
„ 17.	„	1	„
„ 18.	„	2	„
„ 20.	„	1	„
„ 21.	„	7	„
„ 22.	„	2	„
„ 23.	„	1	„
„ 25.	„	2	„
„ 26.	„	2	„
„ 27.	„	1	„
„ 29.	„	3	„
„ 31.	„	1	„
Den 1.	August	4	Erkrankungen
„ 5.	„	1	„
„ 6.	„	1	„
„ 9.	„	1	„
„ 10.	„	2	„
„ 12.	„	1	„
„ 14.	„	1	„
„ 17.	„	1	„
„ 24.	„	1	„
„ 25.	„	2	„
„ 26.	„	2	„
„ 27.	„	1	„
Den 1.	Septbr.	2	Erkrankungen
„ 2.	„	1	„
„ 3.	„	1	„
„ 8.	„	3	„
„ 18.	„	1	„

Also erkrankten im	Juni	52,	wovon	5	sterblich,
„	Juli	26,	„	4	„
„	August	18,	„	2	„
„	September	8,	„	0	„
Summa	Erkrankte	104,	wovon	11	gestorben.

Von diesen 11 Sterbefällen trafen 8 in den 39 im Juni heimgesuchten Häusern ein. In den genannten Häusern erscheinen 74 Krankheitsfälle, in den später heimgesuchten 30. Von den Erkrankten waren nur 17 Kinder, von denen keines starb.

Von den in der Meierei wohnenden Personen erkrankte vor Mitte September nur die Vorsteherin (s. Nr. 47).

Seitdem es gegen Ende Juni sichergestellt war, dass die Krankheit durch Milch verschleppt war, so suchte Dr. Sundberg auf jede Art der Bevölkerung begreiflich zu machen, wie gefährlich die Milch war. Soweit ermittelt worden ist, geschah es durch seine Bestrebungen, dass nachher die betreffende Milch nicht mehr verzehrt wurde. Die Lieferungen an die Meierei fuhren fort, jedoch wurde die Milch nicht mehr zum eigenen Bedarf abgeholt, sondern dem Vieh vorgesetzt. Es ist unwahrscheinlich, dass Jemand von den später Erkrankten durch solche Milch angesteckt war.

Diese Verhältnisse, das Verzehren der Milch betreffend, erklären den zeitlichen Verlauf der Epidemie nicht. Wir sahen nämlich, dass es ungefähr gleichzeitig geschah, dass die Bevölkerung die gefährliche Milch zu trinken aufhörte und die Epidemie für einige Wochen ganz still stand.

Da wir eine Incubationsdauer von etwa zwei Wochen annehmen müssen, so ist es klar, dass beim Stillstehen der Epidemie in zwei Wochen vorher keine Ansteckung geschehen war.

Bei dieser Epidemie geschahen die meisten Ansteckungen in zwei Perioden, erstens während zwei Wochen um Anfang Juni herum, zweitens in der ersten Hälfte vom Juli. Nachher in der zweiten Hälfte von Juli und im August geschahen mehr vereinzelte Ansteckungen. Was ist der Grund, dass die zweite Hälfte vom Juni von Ansteckungen gänzlich frei war? Die Verhältnisse bei der vorliegenden Epidemie erklären das Ausbleiben aller Ansteckungen nicht: die Milchwirthschaft wurde in alter Weise fortgesetzt, die Milch wurde nach wie vor von den Bauern verzehrt, und seit Anfang des Monats lagen in vielen Häusern Kranke, die gar nicht isolirt werden konnten. (Nur die unter Nr. 47 aufgeführte Kranke wurde in ein Krankenhaus geführt.) Jedoch geschah, wie gesagt, in der zweiten Hälfte vom Juni keine Ansteckung.

Die meteorologischen Verhältnisse geben auch, so weit sie ermittelt sind, keine Erklärung über dieses Ausbleiben und über das spätere Wiedererscheinen der Krankheit. Mai und Juni waren ungewöhnlich heiss und trocken. Dasselbe Wetter dauerte auch die erste Woche vom Juli fort, nachher im Juli und im August kälter mit viel Regen.

In den im Juni heimgesuchten Häusern erschienen viele neue Fälle, jedoch erst nach Mitte Juli. In den Häusern Nr. 2, 7, 14, 15, 25, 28, 32 und 39 kamen die nächsten Fälle erst nach etwa einem Monat, in Nr. 20 und 34 nach etwa zwei Monaten vor. Dieses Erscheinen neuer Fälle in den im Juni heimgesuchten Häusern giebt uns keine Veranlassung, von einer directen Ansteckung zu sprechen; dann müssen wir entweder eine Incubationsdauer von etwa vier Wochen annehmen oder glauben, dass der Ansteckungsstoff regelmässig erst nach ein Paar Wochen von dem Kranken direct auf andere Menschen übertragen wird. In vorliegender Epidemie kommen im Allgemeinen wenige Krankheitsfälle vor, die durch directe Ansteckung ungezwungen erklärt werden können. Dieses gilt auch für die später heimgesuchten Häuser: in Nr. 46, 48, 49, 50 und 56 hat der erste Fall erst nach etwa einem Monat den nächsten hervorrufen können. In Nr. 50 und 56 waren aussen erkrankte Personen nach Hause zur Pflege geschickt worden und hatten dort neue Fälle verursacht.

Mit dem vorliegenden kleinen Bericht habe ich theils die Verbreitungsart des Typhoidfiebers beleuchten und theils einige praktische Winke geben wollen. Dem denkenden, vorurtheilsfreien Leser wird das Resultat ungezwungen hervorgehen und brauche ich es deshalb nicht weiter auszulegen. Ich will deshalb vor dem Abschluss nur betonen, wie gefährlich

es ist, Milch von einer Meierei zu nehmen, wo sie von verschiedenen Productionsorten vermischt wird. Milch von einem unbekannten Kuhstall ist an und für sich verdächtig, besteht sie aus einer Mischung von vielen Ställen, so ist die Wahrscheinlichkeit einer Gefahr immer erheblich. Besonders gilt das für Krankheiten, deren Gift sich in der Milch schnell vermehrt. Giebt es solchen Krankheitsstoff in Milch von einem Stalle, so wird somit die ganze Masse vergiftet. Auf diese Art entstanden im Juni die oben beschriebenen Massenerkrankungen.

[Aus dem hygienischen Institut der Universität Greifswald.]

Experimentelle Untersuchungen über den Nachweis der Typhusbacillen.

Von

Max Holz,

Assistenten am hygienischen Institut zu Greifswald.

Eine der wichtigsten, aber auch schwierigsten Aufgaben, welche an den Bacteriologen herantreten, ist wohl noch immer die, mit absoluter Sicherheit in Trinkwasser, Fäces und Erdboden die Koch-Eberth'schen Typhusbacillen nachzuweisen und zu identificiren. Bei einer im Januar vorigen Jahres im hygienischen Institut zu Greifswald ausgeführten grösseren Untersuchung auf Typhusbacillen in Erde, welche mit Dejectionen an Abdominaltyphus erkrankter Personen verunreinigt sein sollte, traten diese Schwierigkeiten ganz besonders hervor. Nur zu oft musste man sich bei vergleichenden Versuchen mit einer Typhusreincultur von den Unrichtigkeiten und grossen Mängeln der bisherigen Untersuchungsmethoden überzeugen, und so wurde mir denn von meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Professor Dr. Löffler, die Aufgabe gestellt, möglichst alle bis dahin bekannten diesbezüglichen Untersuchungsmethoden einer eingehenden Nachprüfung zu unterziehen.

I.

In neuester Zeit wird zur Isolirung der Typhusbacillen aus Bacterienmengen wohl stets die von Chantemesse und Widal[1] angegebene Methode angewendet. Chantemesse und Widal bedienen sich zur Isolirung der Typhusbacillen einer Nährgelatine, welcher 0·25 Procent Carbolsäure hinzugesetzt worden sind, über die sie Folgendes berichten:

[1] Vgl. *Gazette des hôpitaux.* 1887. p. 202.

Une gélatine nourricière phéniquée à $^1/_{400}$ laisse cultiver le bacille typhique. Cette propriété de l'acide phénique, qui, d'autre part, entrave l'éclosion de beaucoup d'autres germes nous l'avons utilisée pour déceler plus facilement, dans les selles des typhiques ou dans l'eau, le microbe spécifique.

Ueber ihre Wasseruntersuchungen berichten sie ebenda:

Trois fois déjà, nous sommes arrivés à des résultats positifs, une première fois en août dernier, nous avons isolé le bacille typhique de l'eau d'une bornefontaine de la rue des Rasselins, alimentée par le réservoir de Ménilmontant. Cinq membres d'une même famille, buvant à cette fontaine, avaient contracté, presque en même temps, la dothiénentérie. Leur histoire a été rapportée par M. Dreyfus-Brisac et l'un de nous dans la Gazette hebdomadaire du 5 novembre 86. Vers la même époque, nous avons retrouvé le bacille de la fièvre typhoide dans une eau dont l'usage avait causé à Pierrefonds l'épidémie de famille si dramatique rapportée par M. Brouardel à l'Académie des sciences. Enfin, tout récemment encore, et seulement après nombres de recherches faites sur les diverses eaux distribuées à Clermont, nous sommes parvenus à découvrir le bacille d'Eberth dans le réservoir particulier d'une maison alimentée par l'eau ordinaire de la ville.

Weiter unten berichten sie dann noch, dass sie zweimal unter neunmal die Typusbacillen in Fäces Typhuskranker nachgewiesen haben.

Nun weist jedoch Kitasato[1] nach, dass die Typhusbacillen nur noch in einer Nährgelatine mit 0·2 Procent Carbolsäurezusatz wachsen, bei Zusatz von 0·23 bis 0·258 Procent im Wachsthum bereits gehemmt werden.

Untersuchungen über diesen Gegenstand, welche von Herrn Prof. Löffler anlässlich einer Kasernen-Epidemie in Stettin im März 188[?] angestellt worden waren, hatten an beiden Berichten Zweifel aufkommen lassen, und so unterzog ich zuerst diese Angaben einer eingehenden Nachprüfung.

Die Typhuscultur, welche ich zu meinen Untersuchungen benutzte, stammte aus dem hygienischen Institut zu Berlin.

Die Zusammensetzung der gebrauchten Nährgelatine war die übliche. Dieselbe war mit einer 10procentigen Natriumcarbonatlösung genau neutralisirt worden; die Reaction wurde durch Tüpfeln auf Lackmuspapier, welches aus feinem Postpapier selbst bereitet worden war, festgestellt und nach wiederholtem Sterilisiren nochmals geprüft. Von dieser Gelatine wurden je 10 ^{ccm} mittelst Bürette in Reagensgläschen gegeben, nochmals

[1] Vgl. *diese Zeitschrift*. Bd. III. S. 414.

im Dampfstrom erhitzt und dann die Carbolsäure in 5 procentiger Lösung aus einer Bürette mit Glashahn hinzugegeben; 3 Tropfen der Lösung aus dieser Bürette waren gleich 0·1 ccm. Die Carbolsäure war aus der chemischen Fabrik auf Actien (vorm. E. Schering) in Berlin bezogen.

Am 5./II. Vormittags wurden zu je 10 ccm der verflüssigten und auf 27° abgekühlten Gelatine folgende Mengen der Carbollösung gegeben:

I	12 Tropfen	= 0·02 grm	Carbolsäure,
II	11 „	= 0·018 „	„
III	10 „	= 0·0166 „	„
IV	9 „	= 0·015 „	„
V	8 „	= 0·0134 „	„
VI	7 „	= 0·0117 „	„

Das Mischen geschah durch Umlegen des Reagensgläschens und längeres starkes Schütteln, wobei besonders darauf geachtet wurde, dass der Wattebausch nicht benetzt wurde; kam dieses dennoch einmal vor, so wurde ein solches Röhrchen ausgemerzt. Ich bin mir wohl bewusst, dass durch das Abwägen der Carbolsäure einerseits und das Abmessen der Gelatine, welches übrigens bei einer Temperatur von 35 bis 40° geschah, andererseits obige Zahlen nicht ganz genau stimmen; der Fehler dürfte aber so gering sein, dass er unbeachtet bleiben kann.

Von der so hergestellten Carbolgelatine wurden am 5./II. Nachmittags von allen 6 Nummern je zwei Röhrchen in einem 30° warmen Wasserbade verflüssigt. Je ein Röhrchen wurde mit einer Platinöse kräftig entwickelter Typhusbouilloncultur vom 1./II. beschickt, durch Umschütteln gemischt und hiervon drei Platinösen voll in das zweite Röhrchen gegeben. Alle Röhrchen wurden nochmals umgeschüttelt und dann etwa 8 ccm auf Platten ausgegossen, von dem in den Platten zurückgebliebenen Rest Rollplatten hergestellt. Zur Controle wurden zwei Röhrchen derselben Gelatine ohne Carbolzusatz ebenso mit Typhusbacillen beschickt und Platten davon angefertigt. Alle Platten wurden zusammen in einem geheizten Zimmer bei einer zwischen 16° und 20° schwankenden Temperatur aufbewahrt. Die Temperaturen, welche ich hier und bei allen folgenden Versuchen angegeben habe, wurden immer von einem selbstregistrirenden Thermometer aufgezeichnet. Das Resultat dieses Versuches ist in folgenden Tabellen verzeichnet. Zur Abkürzung ist in dieser wie in allen folgenden von einigen Zeichen Gebrauch gemacht worden; von diesen bedeutet:

++ unzählige Ansiedelungen,
\+ starke Entwickelung,
± Entwickelungshemmung,
— keine Entwickelung.

Tabelle über die Koch'schen Platten.

Datum	Originale 0·2 %	0·183 %	0·167 %	0·15 %	0·134 %	0·117 %	I. Verdünnungen 0·2 %	0·183 %	0·167 %	0·15 %	0·134 %	0·117 %
8./II.	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	+
9./II.	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	+
12./II.	—	—	—	—	±	+	—	—	—	—	—	+
14./II.	—	—	—	±	+	—	—	—	—	—	—	+

Tabelle über die Rollplatten.

Datum	Originale 0·2 %	0·183 %	0·167 %	0·15 %	0·134 %	0·117 %	I. Verdünnungen 0·2 %	0·183 %	0·167 %	0·15 %	0·134 %	0·117 %
8./II.	—	—	—	±	—	+	—	—	—	—	—	+
11./II.	—	—	—	±	—	+	—	—	—	—	—	+
14./II.	—	—	±	±	—	+	—	—	—	—	—	+
17./II.	—	—	±	±	—	+	—	—	—	—	—	+

Es wurde bis zum 20./II. einschliesslich beobachtet, ohne dass sich das Resultat geändert hätte. Das Ergebniss ist ein höchst auffallendes. Gewachsen waren die Ansiedelungen in den Rollplatten mit 0·15 Procent und 0·167 Procent, nicht aber in der mit 0·134 Procent Carbolgelatine. Das Wachsthum fing hier immer in dem untersten Theil der Röhrchen an, wo eine drei- bis viermal dickere Gelatineschicht wie an den Wandungen vorhanden war. Bei dem engen Durchmesser der Reagensgläschen waren dieselben durch 10 ^{ccm} Gelatine zur Hälfte angefüllt worden und so konnte es nur zu leicht vorkommen, dass der Gehalt der Gelatine an Carbolsäure am Boden der Röhrchen in Folge unvollkommener Mischung ein geringerer wie im oberen Theil war. In der Rollplatte mit 0·134 Procent Carbolgelatine war nichts gewachsen, hier muss die Mischung also eine vollkommene gewesen sein; dieses Röhrchen hatte auch einen etwas weiteren Durchmesser wie die anderen.

Auf der Originalplatte nach Koch mit 0·134 Procent Carbolgelatine fing das Wachsthum der Ansiedelungen vom Rande aus an, ging aber nicht weiter wie etwa 1 ^{cm} nach der Mitte. Ich möchte dieses Verhalten durch die Flüchtigkeit der Carbolsäure erklären. Die Gelatineschicht ist am Rande der Platten immer dünner wie in der Mitte, eine Verflüchtigung der Carbolsäure wird also zuerst hier stattfinden und etwaige Keime kommen dann da zur Entwickelung.

Den 26./II. wurde neue Nährgelatine hergestellt und mit 5procentiger Carbollösung wie beim ersten Versuche versetzt; vorher hatte ich mich aber durch Mischen der Gelatine mit einigen Tropfen verschiedener Farb-

stofflösungen davon überzeugt, dass eine vollkommene Mischung von 10 ccm Gelatine in diesen Röhrchen, welche einen Durchmesser von 1·5 cm hatten, mit wenigen Tropfen der Farbstofflösungen zu erreichen war. Von allen 6 Nummern wurde dann wieder je ein Röhrchen mit einer Platinöse voll Typusbacillen aus einer einen Tag alten, recht kräftig entwickelten Typhusbouilloncultur beimpft und nach dem Mischen hiervon zwei Oesen voll in ein anderes Gläschen Gelatine mit entsprechendem Carbolsäure-Gehalt gegeben. Koch'sche Platten und Rollplatten wurden wie üblich angefertigt und bei 16 bis 20° drei Wochen lang aufbewahrt.

Eine Entwickelung von Ansiedelungen konnte mit Sicherheit nur in der Originalplatte mit 0·117 Procent Carbolgelatine nach 12 Tagen nachgewiesen werden, sonst war ein Wachsthum nirgends bemerkbar. Die Controlplatten mit Gelatine ohne Carbolzusatz zeigten nach zwei Tagen kräftig entwickelte Ansiedelungen.

Noch vier derartige Versuche wurden von mir angestellt, bei diesen aber auch Gelatine mit 6 und 5 Tropfen 5procentiger Carbolsäurelösung, entsprechend einem Procentgehalt von 0·1 und 0·083 Carbolsäure angewendet. Bei diesen Versuchen wurden die eingeimpften Typhusbacillen nicht einer Bouilloncultur entnommen, sondern bei dem ersten Versuche von einer $1^1/_2$ Tage alten Cultur auf schräg erstarrter Gelatine, bei den letzten Versuchen von einer ebensolchen, aber 6 Tage alten. Die Platten wurden im ersten Versuche einen Monat, in den drei letzten 19 Tage lang bei 17 bis 20° aufbewahrt.

Unbehindertes Wachsthum war in den Originalplatten mit 0·1 und 0·083 Procent Carbolzusatz; nach einigen Wochen fanden sich in einem Versuche auch vereinzelte Ansiedelungen in der Originalplatte mit 0·117 Procent Carbolzusatz. In zwei Versuchen fingen nach fünf Tagen in den Platten mit 0·117 Procent Carbolzusatz zahlreiche Ansiedelungen vom Rande aus an zu wachsen, sie waren aber doch lange nicht so zahlreich wie auf den anderen Platten gewachsen; ebenso war es auch bei zwei Platten aus 0·134 Procent Carbolgelatine. Diese Ansiedelungen beschränkten sich in ihrer Ausdehnung wiederum auf höchstens 1 cm der Platten, weiter drangen sie auf denselben nicht vor. In den Rollplatten war das Wachsthum schon bei 0·1 Procent Carbolzusatz gehemmt, erst nach 12 bis 14 Tagen konnten hier mit Sicherheit Ansiedelungen nachgewiesen werden. In den Platten aus 0·085 Procent Carbolgelatine entwickelten sich die Ansiedelungen recht kräftig; gar keine Entwickelung wurde in den Rollplatten mit einem höheren Procentgehalt an Carbolsäure wie 0·1 bemerkt.

Die Ergebnisse meiner Versuche stimmen also mit den Angaben der Herren Chantemesse und Widal und Kitasato nicht überein. Un-

gehindert wachsen die Typhusbacillen im günstigsten Fall nur in einer 0·1 Procent Carbolsäure enthaltenden Gelatine. Ich sage „im günstigsten Fall", weil in den Rollplatten aus 0·1 Procent Carbolgelatine die Entwickelung der Ansiedelungen schon verzögert wurde. Immer wuchsen die Ansiedelungen in 0·083 Procent Carbolgelatine; in dieser Gelatine wachsen aber auch unzählige andere Mikroorganismen, so dass die Vortheile, welche man durch Anwendung dieser Gelatine erhält, recht geringe sind, wie ich an zahlreichen diesbezüglichen Untersuchungen verschiedener Erdproben erfahren musste.



II.

Thoinot[1] will in einem Liter Seinewasser, entnommen am Pont d'Ivry, Typhusbacillen gefunden haben, und zwar in der Weise, dass er nicht wie Chantemesse und Widal 0·25 procentige Carbolgelatine anwendete, sondern zu 500 grm des fraglichen Wassers 20 Tropfen reiner Carbolsäure setzte und dann Proben des so behandelten Wassers in Nährgelatine brachte. Leider ist das Gewicht oder das Volumen der 20 Tropfen Carbolsäure nicht angegeben, ebenso auch nicht die Dauer der Einwirkung der Carbolsäure auf das untersuchte Wasser bis zur Uebertragung der Proben in Gelatine. Thoinot berichtet nur: L'acide phénique à cette dose n'empêche pas la prolifération du bacille typhique (expériences de Mm. Chantemesse et Widal), mais arrète la pullulation de bon nombre d'autres germes: les recherches en sont facilitées d'autant.

Um die Richtigkeit dieser Angaben zu prüfen, gab ich zuerst zu je 10 ccm sterilen destillirten Wassers 15, 12 und 9 Tropfen 5 Proc. Carbolsäurelösung aus der dafür bestimmten Bürette und dann je eine Platinnadel voll Typhusbacillen von einer 13 Tage alten Strichcultur auf Gelatine. In ebenderselben Weise wurden 10 ccm desselben Wassers ohne Carbolzusatz beschickt. Alle Aufschwemmungen standen dann 3 Stunden im Zimmer und nach dieser Zeit wurden je 0·5 ccm, nachdem gut umgeschüttelt worden war, in 10 ccm flüssige, auf 27° abgekühlte neutrale Nährgelatine übertragen und davon Platten gegossen. Nach 7 Stunden wurde von jeder Aufschwemmung 1 Platinöse voll in je 5 ccm Nährgelatine gegeben und hiervon Rollplatten angefertigt. Alle Platten wurden bei einer Temperatur von 17° aufbewahrt; das Ergebniss des Versuches ist in folgender Tabelle (S. 149) verzeichnet.

Wie die Tabelle zeigt, hatte schon ein Zusatz von 0·2 Proc. Carbolsäure nach dreistündiger Einwirkung eine Entwickelungshemmung zur Folge.

[1] *Gazette des hôpitaux.* 1887. p. 348.

Beobachtet nach	Nach 3 Stunden				Nach 7 Stunden			
	Controle	0·25 %	0·2 %	0·15 %	Controle	0·25 %	0·2 %	0·15 %
2 Tagen	++	—	±	++	++	—	—	—
3 „	++	—	±	++	++	—	—	—
4 „	++	—	+	++	++	—	—	±
5 „	++	—	+	++	++	—	—	±

Der Versuch wurde einige Tage später wiederholt; es wurden aber nur Koch'sche Platten aus je 0·5 ccm der Aufschwemmung angefertigt und diese bei 20 bis 30° aufbewahrt, das Resultat war das gleiche.

Bei diesen Versuchen war aber nur destillirtes Wasser genommen worden, wirkte dieses etwa mit Carbolzusatz ganz besonders entwickelungshemmend auf die Typhusbacillen ein? Ich nahm nun ein verhältnissmässig reines natürliches Wasser, das hiesige Leitungswasser, welches in 100,000 Theilen

Cl	NH_3	N_2O_3	N_2O_5	SO_3
1·755	—	—	Spuren	7·4 Theile

enthält; die Gesammthärte beträgt 7·85, die bleibende 2·9 Grade; 100,000 Theile gebrauchen 0·35 Theile Kaliumpermanganat zur Oxydation. Dieses wurde sterilisirt, in genau der gleichen Weise wie das destillirte Wasser mit Carbolzusatz versehen und mit Typhusbacillen beschickt. Auch von diesen Aufschwemmungen wurden nach 3 und 7 Stunden je 0·5 ccm in Nährgelatine gegeben und davon Platten gegossen, welche bei einer Durchschnittstemperatur von 20° aufbewahrt wurden. In der That war das Ergebniss ein ganz anderes. Schon nach zwei Tagen waren in allen Platten unzählige Ansiedelungen bemerkbar.

Es erübrigte nun noch, dieselben Versuche mit den Typhus ähnlich wachsenden Bacillen und mit den gewöhnlich in Wasser, Fäces u. s. w. vorkommenden Organismen anzustellen.

Bei gelegentlichen Untersuchungen des Wassers aus dem Ryckfluss hierselbst und von frischen Fäkalmassen hatte ich zwei Typhus ähnlich wachsende Bacillen gefunden. Diese beiden übertrug ich wie die Typhusbacillen im letzten Versuche in steriles Leitungswasser, versetzte mit Carbolsäure und fertigte nach 3 und 7 Stunden davon Platten an. Es zeigte sich, dass ihre Entwickelung selbst nach siebenstündiger Einwirkung von 0·25 Procent Carbolsäure in keiner Weise behindert war.

Um über das Wachsthum der übrigen im Wasser vorkommenden Bacterien nach Einwirkung von Carbolsäure ein Urtheil zu gewinnen, wurden zu je 10 ccm Wasser aus dem Stadtgraben, aus dem Brunnen vor dem Hause, Nicolaistrasse Nr. 2, und aus der Wasserleitung im Institut 15 Tropfen (0·25 Procent) 5 Proc. Carbolsäurelösung gegeben und davon

nach 3 und 7 Stunden je 0·5 ccm in 10 ccm Nährgelatine übertragen und Platten angefertigt. Ebenso waren vor dem Carbolzusatz von je 0·5 ccm der betreffenden Wasser Platten angefertigt worden. Alle Platten wurden bei einer Temperatur von 20 bis 21° aufbewahrt und 6 Tage hindurch beobachtet, nach dem dritten Tage veränderte sich das Resultat nicht mehr.

Die Resultate sind folgende: Die Controlplatte aus Grabenwasser war nach 2 Tagen verflüssigt, die aus dem Brunnen in der Nicolaistrasse nach 3 Tagen und die aus dem Wasser der Leitung nach 3 Tagen fast verflüssigt. Die nach dreistündiger Einwirkung der Carbolsäure aus Grabenwasser hergestellte Platte war nach 3 Tagen verflüssigt, auf den beiden anderen Platten waren nach 3 Tagen 11 resp. 9 Ansiedelungen gewachsen. Auch nach siebenstündiger Einwirkung der Carbolsäure war die Platte aus Grabenwasser nach 3 Tagen verflüssigt, während auf den beiden anderen Platten 7 resp. 3 Ansiedelungen zur Entwickelung gekommen waren.

Es ergiebt sich mithin, dass das Verfahren von Thoinot bei der Untersuchung der Wasser aus dem Brunnen und der Wasserleitung von Vortheil gewesen wäre, nicht aber bei der des Grabenwassers.

Ueber die Ergebnisse, welche mit dem Thoinot'schen Verfahren bei der Untersuchung von Wassern erhalten wurden, die mit Typhusbacillen beschickt längere Zeit aufbewahrt worden waren, werde ich weiter unten berichten.

III.

In den Arbeiten aus dem kaiserlichen Gesundheitsamt 1887, S. 475 berichtet O. Riedel über die Widerstandsfähigkeit der Typhusbacillen gegen Jodtrichlorid: „Die entwickelungshemmende Wirkung wurde an Impfstichen erprobt, welche mit relativ reichlichem Material an den Reagensgläschen ausgeführt wurde. Von sämmtlichen zum Versuche herangezogenen 15 Bacterienarten boten die Typhusbacillen auch dem Jodtrichlorid gegenüber die grösste Resistenz dar, indem sie selbst noch bei einem Gehalt der Gelatine von 1:850 eine zwar sehr spärliche Vermehrung fertig zu bringen schienen. etc. . . .

Wie weitere Versuche ergaben, sind die Typhusbacillen sogar noch im Stande, in Gelatine, welcher Jodtrichlorid im Verhältniss von 1:500 zugefügt ist, ein wenn auch äusserst spärliches Wachsthum längs des Stichcanals zu entfalten."

Ich versuchte es, diese Angaben in etwas abgeänderter Form anzuwenden, indem ich nicht Impfstiche in die mit Jodtrichlorid versetzte Gelatine machte, sondern von dieser nach dem Beimpfen mit Typhusbacillen Platten goss. Zu dem Zweck stellte ich mir zuerst eine 5 % wässerige Lösung von selbstbereitetem Jodtrichlorid her; dann aber auch noch eine aus Jodtrichlorid

welches ich wie Riedel von Schering in Berlin bezogen hatte. Aus der bei den Versuchen mit Carbolgelatine gebrauchten Bürette wurden 1, 2, 3, 4, 5 und 6 Tropfen zu je 10 ccm neutraler Nährgelatine gegeben. 3 Tropfen aus der Bürette waren auch hier gleich 0·1 ccm, also

1 Tropfen	=	0·00167 grm	Jodtrichlorid,
2 „	=	0·00334 „	„
3 „	=	0.005 „	„
4 „	=	0·00667 „	„
5 „	=	0·00834 „	„
6 „	=	0·01 „	„

Es entstand auf Zusatz der Jodtrichloridlösung in der Gelatine ein gelblichbrauner Niederschlag, der sich langsam und nur nach öfterem schwachen Erwärmen und kräftigem Umschütteln in der Gelatine löste. Zu einem Theile der Röhrchen wurde nun eine Platinnadel voll Typhusbacillen von einer Impfstrichcultur auf Gelatine gegeben und hieraus nach dem Mischen eine Platinöse voll zu einem anderen Röhrchen mit entsprechendem Jodtrichloridgehalt. Es wurden dann Platten angefertigt und diese 14 Tage lang aufbewahrt. Die Temperatur im Aufbewahrungsraum schwankte in den ersten 4 Tagen zwischen 15 und 18°, in den letzten 10 Tagen zwischen 20 und 23°.

Gar keine Ansiedelungen kamen zur Entwickelung in allen Platten mit 4, 5 und 6 Tropfen der Jodtrichloridlösung und in der I. Verdünnung mit 3 Tropfen; die Ergebnisse in den übrigen Platten zeigt uns folgende Tabelle:

Nach	Originalplatte mit 0·0167 % JCl_3	I. Verdünnung mit 0·0167 % JCl_3	Originalplatte mit 0·0334 % JCl_3	I. Verdünnung mit 0·0334 % JCl_3	Originalpl. m. 0·05 % JCl_3
2 Tagen	+	—	+	—	±
3 „	++	+	++	±	±
4 „	++	+	++	+	±

Vom 4. Tage ab war eine Veränderung der Platten bis zum Ende der Beobachtungszeit nicht mehr zu bemerken. Die gleichzeitig mit derselben Gelatine ohne Jodtrichloridzusatz angefertigten Controlplatten zeigten nach 2 Tagen kräftig entwickelte Ansiedelungen. Ich erhielt bei Anwendung beider Sorten JCl_3 dieselben Resultate.

Es gestaltet sich also beim Plattenverfahren das Resultat ganz anders wie beim Impfen mittelst Stich. Schon bei Zusatz von 3 Tropfen 5 % Jodtrichloridlösung zu 10 ccm Gelatine (1 : 2000) wird das Wachsthum der Typhusbacillen derartig gehemmt, dass nur einzelne Ansiedelungen zur Entwickelung kommen.

Mein Urtheil über die bisher betrachteten Untersuchungsmethoden möchte ich auf Grund meiner Versuche kurz dahin zusammenfassen, dass nur das Verfahren von Thoinot unter Umständen einen Vortheil gegenüber den bisher gebräuchlichen Plattenverfahren mit Nährgelatine bei der Aufsuchung der Typhusbacillen ausserhalb des Körpers darzubieten scheint.

IV.

Bevor ich zu meinen eigenen Versuchen über den Nachweis der Typhusbacillen in Erde und Wasser übergehe, möchte ich erst noch auf die von Grancher und Deschamps angegebene Methode zur Differencirung der Typhusbacillen von Typhus ähnlich wachsenden etwas näher eingehen.

Gr. und D. bedienen sich zur Feststellung der Identität von Typhusbacillen der von Noeggerath[1] angegebenen gefärbten Nährböden und berichten darüber[2] Folgendes:

Or, en colorant d'après le procédé de Noeggerath, nos tubes de culture d'agar-pepton ou de gélatine-peptone et en les ensemençant avec le bacille typhique, la culture se fait comme si le milieu n'était pas coloré, mais, au lieu de prendre l'aspect blanc nacré, elle absorbe la matière colorante et prend une teinte très franche de violet évêque, en même temps la gélatine se décolore au voisinage de la culture, et en quinze jours ou trois semaines, la décoloration est complète.

Dans des milieux liquides, la coloration de la culture se fait de même en teinte d'un beau violet, qui paraît sous formes d'une tache au fond du tube, tandis que la masse du liquide se décolore rapidement.

Sie konnten mit Hülfe der gefärbten Bouillon leicht einen Bacillus, der nur durch sein Wachsthum auf der Kartoffel vom Typhusbacillus etwas verschieden war, unterscheiden. Sie sagen darüber: Dans du bouillon coloré et mis à l'étuve à 35°, on peut, dès le lendemain, distinguer les deux bacilles. Déjà la culture du vrai bacille typhique a pris une teinte violette, qui persistera en s'accentuant. Au contraire, la culture du faux bacille reste toujours gris rosé. En outre, la décoloration du bouillon est bien plus active et rapide par le pseudo-bacille que par le vrai.

Wenn auch diese Angaben bei der grossen Unbeständigkeit in der Zusammensetzung und der leichten Zersetzbarkeit der angewandten Theerfarben nicht besonders viel versprachen, so glaubte ich sie doch nicht übergehen zu dürfen und unterzog sie ebenfalls einer Nachprüfung.

Ich stellte mir also eine Farbenmischung nach Noeggerath's Angaben dar. Die dazu gebrauchten Farbstoffe waren mit Ausnahme des Chrysoidins von F. Koenig, Berlin, Dorotheenstr. 29 bezogen. Nach Koenig's Angaben war das Methylenblau von der Badischen Anilin- und Sodafabrik in Stuttgart, die anderen Farben von der Actiengesellschaft für Anilinfabrikation in Berlin geliefert worden. Aus letzterer Fabrik war auch das Chrysoidin bezogen worden, welches ich der Güte des Herrn Professor Dr. Schwanert verdanke, dem auch an dieser Stelle mein bester Dank hierfür ausgesprochen sei.

Je 10^{ccm} Nährgelatine wurden mit je 12, 10, 9, 8 und 7 Tropfen (10 Tropfen wogen $0\cdot54^{grm}$) der Noeggerath'schen Mischung versetzt und die so behandelte Gelatine mehrere Male über der Flamme eines Bunsenbrenners aufgekocht. Die Farbe derselben war nach dem Aufkochen und kurzem Stehen bräunlich, nach längerem Stehen entstand oben eine bläu-

[1] *Fortschritte der Medicin.* 1888. S. 1.

[2] *Archives de médecine expériment. et d'anatomie pathol.* 1889. Hft. 1. S. 39.

liche Schicht, beim Schütteln wurde die ganze Gelatine dunkelgrün. Es wurden nun davon Platten gegossen und auf diese nach dem Erkalten mit mehreren Strichen eine Platinöse von Typhusbacillen aus einer Bouilloncultur geimpft. Die Platten wurden bei 17 bis 20° aufbewahrt.

Nach 2 Tagen waren auf allen Platten die Culturen gewachsen, eine Farbenveränderung konnte nicht bemerkt werden.

Nach 3 Tagen hatten sich die Ansiedelungen dunkel gefärbt.

Nach 4 Tagen fing die Farbe besonders zwischen den sehr kräftig entwickelten Culturen an zu schwinden, die Ansiedelungen waren blau gefärbt.

Am 5. Tage Entfärbung der Gelatine kräftiger.

Am 6. Tage ist die Farbe der Gelatine sehr deutlich um die Impfstriche herum verschwunden, die gelbliche Farbe der Gelatine tritt wieder hervor, die Ansiedelungen bleiben blau gefärbt.

Die Platten wurden 4 Wochen hindurch aufbewahrt; es konnten aber keine weiteren Veränderungen wahrgenommen werden. Die Mitte der Ansiedelungen war vom ersten Auftreten der Farbe in diesen an ebenso kräftig blau wie an den Seiten; die Gelatine entfärbte sich nur um die Impfstriche herum und zwischen diesen, auf dem übrigen Theil der Platte blieb sie grün.

Impfte ich in flüssige, mit der Noeggerath'schen Farbenmischung versetzte Gelatine Typhusbacillen und goss davon Platten oder machte Rollplatten, so färbten sich die entwickelten Ansiedelungen stets tiefblau, ein Verschwinden der Farbe in der Umgebung derselben konnte jedoch nicht bemerkt werden, ebensowenig ein Ungefärbtbleiben der Mitte der Ansiedelungen.

Bei Stichculturen von Typhusbacillen in nach Noeggerath gefärbter Gelatine trat eine Farbenveränderung nicht ein.

Es war gleichgültig, ob ich Nährgelatine mit oder ohne Traubenzuckerzusatz anwandte, die Erscheinungen waren stets die gleichen, nur traten sie bei Anwendung von Traubenzuckergelatine etwas früher auf.

Den 11./II. wurde ein Versuch mit flüssigen Nährmitteln angestellt. Je 10 Tropfen Noeggerath'scher Farbenmischung kamen zu 2 Röhrchen mit 5 ^{ccm} steriler Milch, 2 Röhrchen mit 7·5 ^{ccm} sterilen Harns (1 Theil Harn + 4 Theile destill. Wassers), 2 Röhrchen mit 10 ^{ccm} Eibischinfus (1 + 10), 2 Röhrchen mit 10 ^{ccm} Bouillon + 1 % Pepton und $^1/_2$ % Kochsalz und 2 Röhrchen mit 10 ^{ccm} derselben Bouillon + $^1/_2$ % Traubenzucker. Alle diese Nährmedien wurden über der Flamme eines Bunsenbrenners aufgekocht und nach dem Erkalten je 1 Röhrchen mit einer Platinöse voll Typhusbacillen aus einer Bouilloncultur beimpft, 1 nicht. Aufbewahrt wurden dieselben im Brutschrank bei 35°; beobachtet wurde 10 Tage. Die Controlen veränderten sich in der Zeit nicht, ebensowenig die besäten Röhrchen mit Harn und Eibischinfus.

Die beimpfte Milch unterschied sich nach 2 Tagen von der nicht beimpften durch einen schmutzigrothen Bodensatz, in den Röhrchen mit Bouillon und Typhusbacillen war die Farbe zuletzt rothviolett geworden, von der Oberfläche der Flüssigkeit gingen blaue Wolken herab; schüttelte man beide Röhrchen, so färbten sich die Flüssigkeiten mehr oder weniger blau. Bei Wiederholungen des Versuches mit Milch und derselben Bouillon wurden immer dieselben Erscheinungen bemerkt.

Am 15./II. wurde derselbe Versuch mit gefärbter, neutraler Gelatine angestellt, die auch im Brutschrank bei 35° gehalten wurde.

Die Farbe war am nächsten Tage sowohl in den Röhrchen ohne Traubenzucker wie in denen mit $^1/_2$ Proc. Traubenzuckerzusatz braunschwarz geworden.

Am 2. Tage war die Gelatine ohne Traubenzucker unten rothviolett, oben blauviolett, nahm beim Schütteln durchweg letztere Farbe an. Die Gelatine mit Traubenzucker war blau.

Nach 3 Tagen war die Farbe beider Gelatinen kornblumenblau und blieb auch so. Die nicht beimpften Controlröhrchen hatten ihre Farbe nicht verändert.

Nach 4 Monaten wollte ich noch die Veränderungen studiren, welche die Typhus ähnlich wachsenden Bacillen aus Grabenwasser in nach Noeggerath gefärbten Nährmitteln hervorbrächten. Von den gleichzeitig mit echten Typhusbacillen angestellten Controlen hoffte ich auch noch darüber Aufschluss zu erlangen, ob die Farbenmischung, welche inzwischen auf einem Tisch am Fenster des Instituts gestanden hatte, jetzt andere Veränderungen erleiden würde wie im Februar.

Ich versetzte also je 5 ccm einer 2—3 Monate alten Bouillon mit 1 Procent Pepton und $^1/_2$ Procent Kochsalz mit je 5 Tropfen der Farbenmischung, kochte wie üblich auf und beimpfte dann je 3 Röhrchen mit je einer Platinnadel voll Typhusbacillen und Typhus ähnlich wachsenden. Alle Röhrchen kamen dann nebst einem nicht besäten Controlröhrchen in den Brutschrank, der auf 35° gehalten wurde.

Das Ergebniss war in den mit Typhusbacillen beschickten Röhrchen in der That ein anderes wie im Februar. Nach einem Tage zeigte sich in ihnen noch keine Veränderung.

Nach 2 Tagen fand sich in denselben ein violetter Bodensatz, der übrige Theil war blaugrün und blieb auch so bis zum 6. Tage, an diesem war die Flüssigkeit blau geworden und blieb auch so bei weiterer Beobachtung.

Die mit den Typhus ähnlich wachsenden Bacillen besäte Bouillon war schon nach 24 Stunden roth gefärbt, an der Oberfläche befanden sich violette Wolken. Schüttelte man die Röhrchen, so wurde die Farbe blau und blieb auch so, der Bodensatz war violett. Nur in einem Röhrchen war die Farbe am 5. Tage violett geworden; das Röhrchen war weiter wie die anderen beiden, bot daher der Luft eine grössere Oberfläche dar.

Am 6. Tage zeigten alle drei Röhrchen wieder einen violetten Stich, der auch bei weiterer Beobachtung blieb.

Warum traten hier nicht dieselben Veränderungen in der mit Typhusbacillen beimpften Bouillon auf wie in den früheren Versuchen? Die Bouillon war durch das längere Aufbewahren eingedunstet; es waren ursprünglich 7·5 ccm in die Röhrchen gefüllt worden, jetzt waren durchschnittlich nur noch 5 ccm in denselben vorhanden. Die Reaction war neutral, während die bis dahin angewandte Bouillon immer ganz schwach alkalisch gewesen war.

Da ich zufällig eine stark alkalische Bouillon zur Verfügung hatte, von der 10 ccm 1·6 ccm Zehntel-Normalschwefelsäure zur Neutralisation gebrauchten, färbte ich auch diese nach Noeggerath und beimpfte je 3 Röhrchen mit 5 und 10 ccm der Bouillon mit je 1 Platinnadel voll Typhus- und Typhus-

ähnlich wachsenden Bacillen von Strichculturen. Alle Röhrchen brachte ich mit 2 nicht beimpften Controlröhrchen in den Brutschrank bei 35°. Nach 8 Tagen war eine Farbenveränderung noch nicht zu bemerken.

Unzweifelhaft ist also die Reaction des angewandten Nährmittels von grossem Einfluss auf die entsprechenden Farbenveränderungen, vielleicht auch die Zusammensetzung der Bouillon. Ich bereitete mir also aus einem Stück Fleisch neue Bouillon mit 1 Proc. Pepton und $^1/_2$ Proc. Kochsalz. Ein Theil derselben wurde nicht neutralisirt; es gebrauchten 10 ^{ccm} davon 0·3 ^{ccm} Zehntel-Normalalkali. Ein zweiter Theil wurde mit Natriumcarbonatlösung (1 : 3) genau neutralisirt und zu dem Rest von 40 ^{ccm} 10 Tropfen der eben erwähnten Natriumcarbonatlösung gegeben. Die verschiedenen Bouillonsorten wurden dann zu je 10 und 5 ^{ccm} in Reagiercylinder gefüllt und sterilisirt, die ersteren mit 10, die letzteren mit 5 Tropfen der Noeggerath'schen Farbenmischung versetzt und aufgekocht. Nachdem sie wie üblich mit Typhus- und Typhus ähnlich wachsenden Bacillen beimpft worden waren, kamen sie wie immer in den auf 35° gehaltenen Brutschrank.

In den mit Typhusbacillen beimpften Röhrchen mit saurer Bouillon war die Farbe nach 8 Stunden dunkelblaugrün, nach 48 Stunden war sie etwas mehr blau geworden, am Boden fand sich ein violetter Satz, und so blieb das Bild während der ganzen Beobachtungszeit (8 Tage).

In den entsprechenden Röhrchen mit Typhus ähnlich wachsenden Bacillen war die Farbe nach 8 Stunden bräunlich mit blauen Wolken, nach 16 Stunden blauviolett und blieb auch so während der ganzen Beobachtungszeit, nur der Bodensatz war am 3. Tage rothviolett geworden. Die Controlen waren unverändert.

Die mit Typhusbacillen beschickten Röhrchen mit neutraler Bouillon zeigten auch nach 8 Tagen keine Veränderung.

Die entsprechende Bouillon, mit Typhus ähnlich wachsenden Bacillen beimpft, zeigte nach 24 Stunden eine Bordeauxwein-Farbe, von oben grüne Wolken. Nach 48 Stunden war sie rothviolett, von oben blaue Wolken, Bodensatz blauviolett. So blieb das Bild während der ganzen Beobachtungszeit. Die Controlen waren unverändert.

In den Röhrchen mit alkalischer Bouillon trat überhaupt keine Veränderung ein.

Auch die Ergebnisse dieser Versuche stimmten mit denen der vorherigen nicht überein; entweder hatte sich die Farbenmischung verändert oder die Zusammensetzung der angewendeten Bouillonsorten war eine verschiedene.

Da ich von der zu den Versuchen im Februar gebrauchten Bouillon noch 200 ^{ccm} in einem Kolben mit Watteverschluss aufbewahrt hatte, füllte ich von dieser je 10 und 5 ^{ccm} in sterile Reagensgläschen, färbte und beimpfte wie üblich und brachte sie dann in den Brutschrank bei 35°. Jetzt traten in der mit Typhusbacillen beimpften Bouillon dieselben Veränderungen wie bei den im Februar angestellten Versuchen ein. Die mit Typhus ähnlich wachsenden Stäbchen beimpfte Bouillon war nach 12 Stunden braunroth, nach 36 Stunden rothviolett mit blauen Wolken von oben. Die Veränderungen blieben so auch bei längerem Beobachten.

Es ergiebt sich aus diesem Versuche, dass neben der Reaction auch die Zusammensetzung der Bouillon einen Einfluss auf die Farbenveränderung ausübt.

Die Ergebnisse meiner Versuche stehen zum Theil mit den Angaben der französischen Forscher im Widerspruch. Während Gr. und D. in ihrer gefärbten Nährgelatine die Typhusculturen eine dunkelviolette Farbe annehmen (une teinte très franche de violet évêque) und die Gelatine sich nach 14 Tagen bis 3 Wochen vollkommen entfärben sahen, nahmen in meinen Versuchen die Culturen stets eine tiefblaue Färbung an; die Entfärbung der Gelatine blieb auf die unmittelbare Umgebung der Impfstriche beschränkt. In flüssigen Medien sahen Gr. und D. einen violetten Fleck am Boden des Röhrchens auftreten, während die übrige Flüssigkeit sich schnell entfärbte. Bei meinen Untersuchungen fand sich zwar auch ein violetter Fleck am Boden der Röhrchen, eine Entfärbung des übrigen Theils der Flüssigkeit fand jedoch nie statt, im Gegentheil blieben sowohl Bouillon wie Gelatine stets gefärbt, die Bouillon blauviolett, die Gelatine prächtig kornblumenblau. Im Uebrigen bestätigen auch meine Versuche, dass bei einer vergleichenden Einsaat von echten Typhus- und Typhus ähnlich wachsenden Bacillen stets ganz offenkundige Unterschiede zu Tage treten, welche das von Gr. und D. angegebene Verfahren als ein werthvolles differentialdiagnostisches Hülfsmittel erscheinen lassen. Aus dem absoluten Ergebnisse der Cultur eines typhusverdächtigen Bacillus in gefärbten Nährmedien wird sich aber niemals ein Schluss auf die Natur des betreffenden Bacillus ziehen lassen, da das Ergebniss einer solchen Cultur durch die allerverschiedensten Umstände (Zusammensetzung des Farbengemisches, des Nährsubstrates, Reaction des letzteren, Luftzutritt etc.) ausserordentlich beeinflusst wird. Diese Untersuchungsmethode hat nur einen relativen Werth insofern, als stets nur bei vergleichenden Culturen mit unzweifelhaft echten Typhusbacillen Unterschiede zu Tage treten.

Es schien nun noch von Interesse zu sein, die Wirkungen der Typhusbacillen auf die mit den einzelnen Farbstoffen der Noeggerath'schen Mischung gefärbten Nährmedien festzustellen. Zu diesem Zwecke wurden die conc. Lösungen der verschiedenen Farbstoffe einmal in derselben Concentration angewendet, wie sie in der Noeggerath'schen Mischung enthalten sind, also:

2 ccm	Methylenblaulösung	+ 25	ccm	Wasser,
4 „	Gentianaviolettlösung	+ 50	„	„
1 „	Methylgrünlösung	+ 12·5	„	„
4 „	Chrysoidinlösung	+ 50	„	„
5 „	Fuchsinlösung	+ 62·5	„	„ .

das andere Mal dieselben Mengen conc. Farbstofflösungen wie eben angegeben, aber mit je 200 ccm Wasser verdünnt.

Die damit angestellten Versuche fielen ganz gleichmässig aus, gleichgültig, in was für einer Concentration der zugesetzte Farbstoff angewendet wurde; 10 Tropfen der Farbstofflösungen wogen 0,53 grm.

Je 5 ccm Nährgelatine wurden mit je 10 Tropfen obiger Farbenlösungen versetzt und aufgekocht, davon Platten gegossen und auf diesen mit einer Platinöse voll Typhusbouilloncultur Striche gezogen. Schlecht entwickelten sich die Ansiedelungen auf den mit Gentianaviolett und Methylgrün gefärbten Platten, gut auf den anderen, ohne jedoch Farbenveränderungen zu bewirken.

Mit flüssigen Nährmedien stellte ich folgende Versuche an:

I je 10 ^{ccm} Milch,
II je 10 „ Harn (1 + 4 Wasser),
III je 10 „ Eibischinfus (1 + 10),
IV je 10 „ neutraler Bouillon ohne,
V je 10 „ neutraler Bouillon mit $^1/_2$ Procent Traubenzuckerzusatz,
VI je 10 „ flüssigen Blutserums und
VII je 10 „ einer Mischung von 3 Theilen Blutserum und 1 Theil Bouillon (+ 1 Procent Pepton und $^1/_2$ Procent Kochsalz) mit je 10 Tropfen obiger Farbenlösungen versetzt.

Das Blutserum wurde 8 Tage nach einander bei 55° täglich je 1 Stunde sterilisirt, die anderen schon vor dem Farbenzusatz sterilisirten Nährmedien aufgekocht. Ein Theil der Röhrchen wurde dann mit je einer Platinöse voll Typhusbacillen aus einer Bouilloncultur beschickt, der andere nicht; alle kamen 18 Tage lang bei 35° in den Brutschrank. Die Controle erfolgte täglich, die nicht beimpften Röhrchen zeigten überall keine Veränderung, ebenso auch nicht die beimpften von Harn, Eibischinfus und Blutserum.

Von den Röhrchen mit Bouillon und Milch zeigten nur die mit Methylenblau versetzten eine deutliche Farbenveränderung, von den anderen nur noch die mit Methylgrün gefärbten, letztere aber nicht immer deutlich.

Die mit Methylenblau gefärbte Bouillon war nach 24 bis 36 Stunden bis auf einige grünlichblaue Wölkchen im oberen Theil farblos. Schüttelte man die Röhrchen, so kam die Farbe wieder zum Vorschein, war am nächsten Tage aber wiederum verschwunden.

Die mit Methylenblau gefärbte Milch war nach 24 Stunden im unteren Theil der Röhrchen farblos, im oberen blau. Die Farbe schwand nach einigen Tagen noch etwas mehr, schüttelte man, so nahm auch die Milch wiederum durchweg die alte Färbung an, um nach weiterem 24 stündigen Stehen im Brutschrank dieselben Erscheinungen wie vorher darzubieten. Das Spiel konnte hier, wie auch mit Bouillon beliebig wiederholt werden, so lange auch die Beobachtungsdauer ausgedehnt wurde.

In den mit Typhusbacillen beimpften Röhrchen mit Bouillon und Methylgrünlösung zeigte sich am 8. Tage ein violett gefärbter Bodensatz, während derselbe in den nicht beimpften Controlröhrchen blau war; die Farbe im übrigen Theil der besäten Röhrchen schien verschwunden und blieb auch so.

Erwähnen will ich hier noch, dass ich das Blutserum auch nach Noeggerath gefärbt und mit Typhusbacillen beimpft hatte, ich konnte jedoch keine Farbenveränderung bemerken.

Nach Beendigung dieses Versuches wurden alle Röhrchen mit gefärbtem Blutserum bei 80° schräg erstarrt und nach dem Erkalten mit einer Platinnadel voll Typhusbacillen von einer Strichcultur beimpft. Dieselben kamen dann mit den nicht besäten Controlen in den Brutschrank bei 35°. Schon nach 24 Stunden war überall eine kräftige Entwickelung von Ansiedelungen längs der Impfstriche bemerkbar.

Nach 2 Tagen war das Condensationswasser überall getrübt; das mit Methylenblau gefärbte Blutserum war unter dem Condensationswasser ganz weiss, das mit Noeggerath'scher Mischung gefärbte schmutzig roth geworden. Die Entfärbung in den Röhrchen mit Methylenblau blieb bestehen,

in dem nach Noeggerath gefärbten verschwand sie nach 3 bis 4 Tagen wieder.

Je 10 ccm in derselben Weise gefärbten Blutserums wurden in sterile Petri'sche Schalen gegeben, erstarrt und hier hinein nach dem Erkalten mit umgebogener Platinnadel durch Einreissen Typhusbacillen von einer Strichcultur geimpft. Die Schalen wurden bei 35° im Brutschrank aufbewahrt; beobachtet wurde 5 Tage, das schnelle Eintrocknen des Serums machte der Beobachtung ein Ende.

Nichts gewachsen war in dem mit Gentianaviolett gefärbten Serum, sonst wurde überall kräftige Entwickelung der Ansiedelungen bemerkt. Keine Farbenveränderungen zeigten die Culturen in dem mit Chrysoidin und Fuchsin gefärbten Blutserum; in dem mit Methylenblau gefärbten waren die Stellen, an welchen sich die Ansiedelungen entwickelt hatten, weiss geworden, in dem nach Noeggerath gefärbten violett, in dem mit Methylgrün gefärbten hellblau und von da ging in diesem Serum die hellblaue Farbe weiter (das mit Methylgrün gefärbte Serum war hellviolett).

Es erübrigte nun noch, das Verhalten der mit Typhusbacillen beimpften, verschieden gefärbten Gelatine im Brutschrank zu beobachten. Nach den vorhergehenden Versuchen glaubte ich mich mit dem Verhalten der mit Methylenblau gefärbten Gelatine begnügen zu dürfen. Das Verhalten derselben war wie das der ebenso gefärbten Bouillon. Wiederholte Versuche gaben dieselben Resultate, es war auch gleichgültig, ob Gelatine mit oder ohne Traubenzucker angewendet wurde.

Später impfte ich auch in mit Methylenblau gefärbte Bouillon und Milch die Typhus ähnlich wachsenden Bacillen aus dem Stadtgraben. Von diesen wurde die Milch innerhalb 24 Stunden ganz entfärbt, sie war ganz weiss geworden, nur oben fand sich eine sehr kleine blaue Schicht. Die Bouillon war innerhalb 24 Stunden auch ganz farblos geworden, nur ganz wenige blaue Wölkchen kamen von oben herab. Es hielt sehr schwer, durch Schütteln in der entfärbten Milch die ursprüngliche Farbe wieder hervorzubringen, auch die Bouillon nahm beim Schütteln eine viel hellere Farbe an wie das Controlröhrchen. Ich konnte also auch hiermit die fraglichen Bacillen sehr leicht von den Typhusbacillen unterscheiden.

Impfte ich die Typhus ähnlich wachsenden Bacillen in nach Noeggerath gefärbte Milch, so war diese nach 24 Stunden durchweg schmutzigroth gefärbt und blieb auch so bei längerem Beobachten. Nach 4 Tagen brachten sie auch noch die Milch zum Gerinnen.

Als Hauptcharakteristicum der Typhusbacillen gilt bis jetzt ihr eigenthümliches Wachsthum auf der Kartoffel. Ich färbte nun sterile Kartoffelscheiben durch Uebergiessen mit Noeggerath'scher Farbenmischung, mit Methylenblau- und Fuchsinlösung, brachte sie dann nochmals 1 Stunde in den auf 100° erhitzten Koch'schen Dampftopf und beimpfte sie nach dem Erkalten mit je 1 Platinnadel voll Typhusbacillen von einer Strichcultur. Ich hoffte durch bewirkte Farbenveränderung einen Aufschluss über die Ausbreitung der Bacillen auf den Kartoffeln zu erhalten. Alle Scheiben kamen bei 35° in den Brutschrank; die mit Methylenblau gefärbte war übrigens nach dem Erhitzen im Dampftopf hellblaugrün, die nach Noeggerath gefärbte dunkelblaugrün geworden und die mit Fuchsin gefärbte nicht verändert worden.

Nach zwei Tagen überall Wachsthum, Farbenveränderung nicht zu bemerken. Nach drei Tagen waren die Impfstriche auf der nach Noeggerath gefärbten Scheibe schön blau geworden, auf den anderen Scheiben traten die Striche nur durch ihr feuchtes Aussehen hervor. Nach zwölf Tagen waren dieselben Ergebnisse, ebenso auch bei wiederholten Versuchen.

V.

Das Wachsthum der Typhusbacillen auf den gefärbten Kartoffeln gab also über die so charakteristische Ausbreitung derselben auf den Kartoffeln keinen Aufschluss. Es war und blieb der Uebelstand bestehen, dass die Kartoffelscheibe nicht unter dem Mikroskop zu betrachten ist; es musste ein durchsichtiger Nährboden aus der Kartoffel geschaffen werden. Ich beschloss daher, einmal einen Versuch mit aus Kartoffelsaft bereiteter Gelatine zu machen.

Zu diesem Zweck wurden rohe Kartoffeln mit der Kartoffelbürste unter der Wasserleitung gründlich gereinigt und, nachdem Augen und schadhafte Stellen gut ausgeschnitten worden waren, geschält. Die geschälten Kartoffeln wurden nochmals unter der Wasserleitung abgewaschen und nun auf einem gewöhnlichen Küchenreibeisen aus verzinntem Eisenblech zerkleinert. Saft und Kartoffelbrei wurden in Glasschalen gesammelt, sofort durch ein reines Tuch gedrückt, der Saft in eine Flasche gefüllt, diese mit einem Wattebausch verschlossen und 24 Stunden bei einer Temperatur unter 10° stehen gelassen. Saft wie Pressrückstand wurden sehr schnell von oben schmutzig roth gefärbt. Nach 24 Stunden wurde der inzwischen braun gewordene Saft filtrirt, das Filtrat $^1/_2$ Stunde im Dampftopf erhitzt und nochmals filtrirt. Der so erhaltene Saft war ganz klar, in dickeren Schichten dunkelbraun, in dünneren gelblichbraun. 400 ^{grm} desselben wurden mit 40 ^{grm} Gelatine $^3/_4$ Stunden im Dampftopf erhitzt und dann filtrirt. Die so gewonnene Gelatine wurde dann zu 10 und 5 ^{ccm} in vorher sterilisirte Reagircylinder gegeben und an drei aufeinander folgenden Tagen je $^1/_4$ Stunde im strömenden Wasserdampf von 100° erhitzt. In den Reagensgläschen sah die Gelatine ganz klar und durchsichtig aus, hatte eine bräunliche Farbe. Die Reaction derselben war sauer, 10 ^{grm} gebrauchten 1·6 ^{ccm} Zehntel-Normalkali zur Sättigung. Titrirt wurden immer 10 ^{grm} Gelatine, die mit 50 ^{ccm} destillirten Wassers verdünnt worden waren. Die Endreaction wurde durch Tüpfeln auf sehr empfindlichem Lackmuspapier festgestellt. Drei Röhrchen mit je 5 ^{ccm} dieser Gelatine wurden schräg erstarrt und mit einer Platinnadel voll Typhusbacillen von einer Cultur auf schräg erstarrter Gelatine durch Stich geimpft. Drei Röhrchen mit Kartoffelgelatine wurden von derselben Cultur mit Impfstichen besät. Schon nach einem Tage war in allen Röhrchen eine deutliche Entwickelung an den Impfstellen bemerkbar. Die Culturen ent-

wickelten sich ganz analog denjenigen auf Nährgelatine, nur konnte bei den Impfstichculturen keine Ausbreitung über die Oberfläche bemerkt werden; auch bei den Strichculturen breiteten sich die Ansiedelungen nur wenig über die Oberfläche aus.

Ferner stellte ich, wie üblich, aus Kartoffelgelatine mit Typhusbacillen Platten her, welche nach drei Tagen nachgesehen wurden. Dieselben hatten bei 15 bis 17° gestanden; es hatten sich in allen Ansiedelungen entwickelt. Dieselben boten in den Originalplatten dasselbe Bild dar wie in den entsprechenden Platten aus Nährgelatine. In den Verdünnungen war mit unbewaffnetem Auge von einer Entwickelung nichts zu bemerken. betrachtete man dieselben aber unter dem Mikroskop, so fanden sich auch hier überall kleine Ansiedelungen vor, die sich ganz besonders durch ihr starkes Lichtbrechungsvermögen auszeichneten.

Die Ansiedelungen auf den Originalplatten waren so zahlreich vorhanden, dass von einer Vergrösserung derselben auch an den folgenden Beobachtungstagen nicht viel bemerkt werden konnte.

In den Verdünnungen hatten sich die Ansiedelungen nach drei Tagen ganz bedeutend besser entwickelt. Sie waren jetzt schon mit blossem Auge sichtbar; gegen einen schwarzen Hintergrund betrachtet, sahen sie wie kleine gelblichweisse Pünktchen aus. Hin und wieder fand sich auch eine Oberflächenansiedelung, die mit unbewaffnetem Auge betrachtet ganz klar und durchsichtig erschien, wie auf die Gelatine gehaucht, mit ausgebuchtetem Rande. Unter dem Mikroskop zeichneten sich die letzteren Ansiedelungen ganz besonders durch ihr starkes Lichtbrechungsvermögen aus, waren sehr schön gefältelt, farblos, niemals in der Mitte gelblich. Die tiefer liegenden Ansiedelungen waren ebenfalls stark lichtbrechend. deutlich gleichmässig chagrinirt, nie gelb gefärbt. Ihre Form war selten kreisrund, war dieses dennoch einmal der Fall, so zeigte sich immer an irgend einer Stelle eine Ausbuchtung oder Einschnürung, sie dürften am besten mit einer runden Kartoffel verglichen werden; überwiegend herrschte die ovale oder citronenförmige Gestalt vor.

Am vierten Tage wurde die Farbe der letzteren Ansiedelungen schon etwas mehr gelblichbraun, gleich der Farbe der Kartoffelgelatine in ganz dünnen Schichten. Die Oberflächenansiedelungen verhielten sich noch einige Tage wie am dritten Tage, wurden nur grösser, erreichten aber selbst nach 8 und 12 Tagen — auch in allen später beobachteten Fällen — selten die Grösse von 1·5 ^{qmm}, meistens waren sie kleiner als 1 ^{qmm}. Nach 5 bis 7 Tagen waren sie, mit unbewaffnetem Auge gegen das Licht betrachtet, durchsichtig, leicht irisirend; unter dem Mikroskop erschienen sie in der Mitte gelblich, niemals aber zeigten sie da eine grössere Erhöhung, wie es bei den Typhus ähnlich wachsenden Bacillen der Fall ist.

Die in der Gelatine liegenden Ansiedelungen wurden nun von Tag zu Tag dunkler, nahmen zuletzt eine grünlich schimmernde braungelbe Farbe an, behielten aber dabei immer ihre ganz gleichmässige feine Zeichnung bei. In einigen späteren Fällen beobachtete ich mehrere Platten, in welchen diese Ansiedelungen unter dem Mikroskop bei scharfer Einstellung des Randes in der Mitte einen dunkleren, bräunlichen, **stets unregelmässig begrenzten** Fleck zeigten.

Diese soeben geschilderten Wachsthumseigenthümlichkeiten bestätigten sich in den zahlreichen später angestellten Versuchen, nur war die Entwickelung bei höheren Temperaturen (23 bis 25°) gewöhnlich schon am zweiten Tage eine recht kräftige und trat denn auch die Färbung der Ansiedelungen um einen Tag früher ein.

Das auffallendste Merkmal der Typhusansiedelungen auf der Kartoffelgelatine ist die Durchsichtigkeit der Oberflächen-Ansiedelungen. Denkt man sich solche durchsichtigen Ansiedelungen auf einen Untergrund, wie ihn die Kartoffel darbietet, aufgetragen, so erklärt es sich, dass dort bis auf einen gewissen feuchten Glanz nichts zu sehen ist.

Bei dem öfteren und langen Beobachten der Platten aus der Kartoffelgelatine fanden sich nur Schimmelpilze als Verunreinigungen vor, es waren also die mit diesen unzweifelhaft auch auf die Platten gefallenen Bacterienkeime auf der Kartoffelgelatine nicht zur Entwickelung gekommen. Ohne Zweifel war die saure Reaction dieser Gelatine die Ursache dieser Erscheinung. Dieser Umstand schien mir ganz besonders wichtig.

Um nun zu sehen, welche Arten von Bacterien überhaupt ausser den Typhusbacillen etwa auf der Kartoffelgelatine zur Entwickelung kommen würden, beschickte ich dieselbe mit bacterienhaltigem Material der verschiedensten Herkunft. Zuerst wurde 1 ccm Schmutz, welcher aus den Dielenritzen einer Stube hervorgekratzt worden war, mit 10 ccm sterilen destillirten Wassers aufgeschüttelt. Hiervon wurde eine Platinöse voll in 10 ccm Nährgelatine und je eine Platinöse voll in zwei Röhrchen mit 10 ccm Kartoffelgelatine gegeben, gut gemischt und dann Platten gegossen. Die Platten kamen zusammen in eine feuchte Kammer, was, wie sich bei späteren Versuchen herausstellte, ein Fehler war, da durch eine aus der Kartoffelgelatine sich entwickelnde flüchtige Säure das Wachsthum der Ansiedelungen auf der Platte mit Nährgelatine verzögert wurde. Schon nach eintägigem Stehen roch die feuchte Kammer stark nach feuchtem sauren Schwarzbrod. Die Temperatur, bei welcher die Platten aufbewahrt wurden, schwankte zwischen 16 und 20°.

Auf den Platten mit Schmutz in Nährgelatine war nach zwei Tagen neben schwach entwickelten Schimmelrasen auch eine recht erhebliche Zahl anderer Ansiedelungen zu finden. Am vierten Tage hatten mehrere

Ansiedelungen die Gelatine verflüssigt, am sechsten Tage war sie ganz verflüssigt.

Auf den Platten mit Schmutz in Kartoffelgelatine entwickelten sich in den ersten vier Tagen nur Schimmelrasen, es konnte auch nicht eine andere Ansiedelung gefunden werden. Am fünften Tage fand sich auf einer Platte eine Ansiedelung ganz kleiner Stäbchen. Am sechsten und siebenten Tage fanden sich auf jeder Platte noch zwei bis drei Hefeansiedelungen, sonst wurde nichts gefunden. Inzwischen hatten sich aber auch die Schimmelrasen so kräftig entwickelt, dass dadurch einer weiteren Beobachtung ein Ende gemacht wurde.

Der Versuch wurde noch mehrere Male wiederholt, zu der Schmutzaufschüttelung auch Typhusbacillen gegeben; immer wurden aber dieselben Resultate erhalten. Es entwickelten sich überwiegend Schimmelrasen, nebenher nur selten einmal Hefe oder die kleinen Stäbchen; die Typhusbacillen wurden dagegen auch nicht im Geringsten in ihrer Entwickelung beschränkt.

Noch überraschender war der nun angestellte Versuch mit einer Aufschüttelung von 1 ^{ccm} Schmutz vom Hofe des Instituts in 10 ^{ccm} sterilen Wassers. Während die mit Nährgelatine hergestellte Platte schon nach zwei Tagen theilweise verflüssigt war und unzählige Ansiedelungen zeigte, hatten sich in derselben Zeit nur neun Ansiedelungen auf der Kartoffelgelatine neben einigen Schimmelrasen entwickelt. Die Ansiedelungen stammten alle von einem kleinen Stäbchen her.

Am dritten Tage war die Platte mit Nährgelatine ganz zerflossen; auf der Platte mit Kartoffelgelatine hatten sich noch einige wenige Ansiedelungen mehr entwickelt, keine zeigte aber eine Aehnlichkeit mit Typhusansiedelungen, sie waren schon mit unbewaffnetem Auge davon zu unterscheiden. Die Beobachtung wurde noch drei Tage lang fortgesetzt, ohne ein anderes Resultat zu ergeben.

Inzwischen war die zuerst angefertigte Menge Kartoffelgelatine verbraucht worden, ich stellte mir in derselben Weise neue her, nur sterilisirte ich nicht mehr an drei aufeinander folgenden Tagen je $^1/_4$ Stunde, sondern nur an zwei Tagen je $^1/_2$ Stunde und erreichte auch damit vollständige Keimfreiheit. Der Säuregehalt dieser Gelatine war derart, dass 10 ^{grm} derselben 2·4 ^{ccm} Zehntel-Normalkali zur Sättigung gebrauchten. Bei allen später titrirten Kartoffelgelatinen schwankte der Verbrauch von Zehntel-Normalkali zwischen 2·4 und 2·8 ^{ccm} für 10 ^{grm}, nur einmal wurden 3·2 ^{ccm} verbraucht; der Kartoffelsaft, welcher zu dieser Gelatine gebraucht worden war, hatte 24 Stunden bei 17 bis 20° gestanden. Ein Einfluss dieses Säuregehaltes auf das Wachsthum der Typhusbacillen konnte nicht bemerkt werden.

Störend war bei den bisherigen Versuchen mit Kartoffelgelatine die mitunter sehr kräftige und schnelle Entwickelung der Schimmelpilze. Es musste also ein Mittel gefunden werden, welches die Entwickelung dieser wenigstens hemmte, ohne dabei dem Wachsthum der Typhusansiedelungen hinderlich zu sein.

Bei den Untersuchungen über das Wachsthum der letzteren in der Carbolgelatine war es mir aufgefallen, dass selbst nach drei Wochen keine Schimmelpilze auf den Platten gewachsen waren, trotzdem doch oft recht zahlreiche Keime von Bacterien, welche bei der öfteren Beobachtung aus der Luft auf die Platten gefallen waren, sich entwickelt hatten. Ebenso waren keine oder doch nur ganz kleine Schimmelrasen auf den Platten mit 0·1 procentiger Carbolgelatine aus dem Schmutz, welcher aus den Dielenritzen einer Stube hervorgekratzt worden war, gewachsen, und doch musste eine ganze Menge von Sporen nach den Untersuchungen in Kartoffelgelatine in demselben enthalten sein.

Bevor ich die entwickelungshemmende Eigenschaft der Carbolsäure in Kartoffelgelatine auf die Schimmelpilze untersuchte, musste ich mich natürlich über das Wachsthum der Typhusbacillen in solcher Kartoffelgelatine orientiren.

Ich gab also zu je 10 ^{ccm} Kartoffelgelatine aus derselben Bürette wie in den früheren Versuchen je 1, 2, 3, 4, 5 und 6 Tropfen 5 procentiger Carbollösung.

Dann machte ich eine Aufschwemmung von drei Platinnadeln voll Typhusbacillen von einer 12 Tage alten Strichcultur in 10 ^{ccm} sterilen destillirten Wassers und gab davon je drei Platinösen voll in ein Röhrchen mit 10 ^{ccm} Kartoffelgelatine ohne Carbolzusatz und ebenso viel in je ein Röhrchen mit Carbol - Kartoffelgelatine von verschiedenem Carbolgehalt. Der Versuch wurde dreimal angesetzt. Je 8 ^{ccm} wurden dann auf Platten gegossen und von dem Rest Rollplatten angefertigt. Die drei Platten von Kartoffelgelatine mit demselben Carbolzusatz kamen immer in eine feuchte Kammer zusammen. Die Temperatur im Aufbewahrungsort schwankte zwischen 15 und 20^{0}, und zwar so, dass Mittags 12 Uhr stets 20^{0} waren, bis Morgens sank das Thermometer auf 15^{0} und stieg dann wieder. In den Controlplatten hatten sich nach zwei Tagen überall zahlreiche Ansiedelungen entwickelt, über das Ergebniss in den übrigen Platten berichtet folgende Tabelle (s. S. 164).

Auch nach wochenlangem Aufbewahren wurden die Ergebnisse nicht andere. Ganz ungehindert kamen die Ansiedelungen in den Platten aus Kartoffelgelatine mit 0·0167 Procent und 0·033 Procent Carbolzusatz zur Entwickelung. Eine Verzögerung der Entwickelung um einen Tag trat schon in den Platten mit 0·05 Procent Carbolzusatz ein; die An-

Tabelle über die Koch'schen Platten.

Nach	0·0167 %			0·033 %			0·05 %			0·0667 %			0·083 %			0·01 %		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
2 Tagen	+	+	+	+	+	+	±	±	±	—	±	±	—	—	—	—	—	—
3 „	+	+	+	+	+	+	+	+	+	±	±	±	±	—	—	—	—	—
4 „	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+ [1]	+	+	±	±	±	—	—	—
5 „	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	±	±	±	±	—	—
7 „	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	±	±	±	±	—	±
10 „	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	±	±	±

Tabelle über die Rollplatten.

Nach	0·0167 %			0·033 %			0·05 %			0·0667 %			0·083 %			0·01 %		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
2 Tagen	+	+	+	+	+	+	±	±	±	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4 „	+	+	+	+	+	+	±	±	±	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6 „	+	+	+	+	+	+	+	+	+	±	±	±	—	—	—	—	—	—
7 „	+	+	+	+	+	+	+	+	+	±	±	±	±	±	—	—	—	—

siedelungen entwickelten sich später jedoch so kräftig, dass eine Kartoffelgelatine mit diesem Carbolgehalt für die Praxis brauchbar sein dürfte. Auf den Platten mit höherem Carbolzusatz war die Entwickelung schon ganz bedeutend verzögert. Das Wachsthum der Ansiedelungen auf diesen Platten ging, vom Rande derselben anfangend, bis zu der Stelle, wo das Bänkchen mit der darüber stehenden Platte anfing. Hier hörte jede Entwickelung auf, als wenn mit einem Lineal die Grenze gezogen worden wäre; brachte man dann diese Platten einzeln in feuchte Kammern, so entwickelten sich auch in der Mitte Ansiedelungen, aber nur langsam. Man darf also bei Anwendung von Kartoffelgelatine mit Carbolsäure nicht mehrere Platten über einander stellen.

Nun galt es, noch die Entwickelung der Schimmelpilze in Carbol-Kartoffelgelatine zu beobachten. Ich machte mir wiederum eine Aufschüttelung von 1 ^{ccm} des Schmutzes aus den Dielenritzen in 10 ^{ccm} sterilen destillirten Wassers und brachte davon eine Platinöse voll in je 10 ^{ccm} Nährgelatine und Kartoffelgelatine ohne Carbolzusatz und dann in letztere mit dem verschiedenen Gehalt an Carbolsäure. Wie in dem soeben beschriebenen Versuche mit Typhusbacillen ging ich auch hier bis 0·1 Procent Carbolzusatz, um event. die Grenze des Carbolzusatzes festzustellen, welcher zur Kartoffelgelatine gegeben werden darf, ohne dass die Schimmelpilze in ihrem Wachsthum behindert werden. Die in der bekannten Weise hergestellten Koch'schen und v. Esmarch'schen Platten wurden drei

[1] Ansiedelungen kleiner wie auf den Platten mit weniger Carbolzusatz.

Wochen hindurch bei einer Temperatur aufbewahrt, die in den ersten 14 Tagen zwischen 15 und 20°, in den letzten sieben zwischen 20 und 23° schwankte.

In den Controlplatten hatten sich nach drei bis vier Tagen sehr viele Schimmelrasen entwickelt, fast ebenso war das Bild auf der Platte mit 0·0167 Procent Carbolsäure. Eine wenn auch nur schwache Entwickelungshemmung war schon in der Platte mit 0·033 Procent Carbolzusatz bemerkbar, bei 0·05 Procent war die Hemmung schon ganz bedeutend, erst nach sechs bis acht Tagen entwickelten sich die Rasen kräftig; niemals konnte aber hier, wie auch auf den Platten mit höherem Carbolgehalt der Entwickelung von Mucor mucedo Einhalt gethan werden, sobald dieser einmal auf die Platten kam, überwucherte er dieselben in zwei bis drei Tagen vollkommen. Erst nach zehn Tagen entwickelten sich auf den Platten mit 0·1 Procent Carbolzusatz einige Schimmelrasen, sonst wurden hier, wie auch auf den Platten von 0·05 Procent Carbolzusatz an nur Hefe gefunden, auf den anderen fanden sich auch einige Ansiedelungen der kleinen Stäbchen vor. Der Versuch wurde noch zweimal mit demselben Erfolg wiederholt.

Bis jetzt waren nur der Schmutz vom Hofe des Instituts und aus den Dielenritzen untersucht worden. Ich untersuchte auf dieselbe Weise noch drei Proben Sand, welche in Stuben, in denen Typhuskranke gelegen hatten, zusammengekehrt worden waren, fünfmal Zwischendeckenmaterial aus Stuben, in welchen Typhuskranke gelegen hatten, zweimal Schmutz, der unter den Spinden von zwei Stuben hervorgekehrt worden war, einmal Bauschutt und elf Erdproben, die von der Oberfläche von Gartenanlagen, Promenadenanlagen, Spielplätzen und frisch gepflügtem Acker entnommen worden waren. Die Temperatur, bei welcher die Platten hieraus aufbewahrt wurden, schwankte bei den ersten zehn Versuchen zwischen 15 und 18°, bei den letzten zwölf zwischen 22 und 23°.

Die Ergebnisse, welche ich hierbei erhielt, darf ich wohl als günstige bezeichnen. Während die aus gewöhnlicher Nährgelatine hergestellten Platten meist in kurzer Zeit verflüssigt wurden, entwickelten sich auf den Platten aus Kartoffelgelatine nur sehr wenige Ansiedelungen.

In den ungünstigsten Fällen entwickelten sich auf der Kartoffelgelatine einmal nach einem Tage 87 Ansiedelungen, das andere Mal 68 und ein drittes Mal nach drei Tagen 96 Ansiedelungen. Alle waren jedoch sofort und leicht von Typhusansiedelungen zu unterscheiden. Zweimal fanden sich Typhus ähnlich wachsende Ansiedelungen, sie sind aber auch leicht von denen der Typhusbacillen zu unterscheiden. In der Kartoffelgelatine sind dieselben schon nach einem Tage so gross wie drei bis vier Tage alte Typhusansiedelungen; ferner haben sie immer eine gelbe

Nummer	Bezeichnung der Schmutzproben	Wachsthum in Nährgelatine	Wachsthum in Kartoffelgelatine	Wachsthum in Kartoffelgelatine mit 0·05 °/₀ Carbolzusatz
1	Sand, zusammengekehrt in einer Stube, in welcher Typhuskranke lagen.	Gelatine in 3 Tagen verflüss.	Neben einigen Schimmelrasen kamen überhaupt nur 6 andere Ansiedelungen zur Entwickelung, von denen 5 nach 6 Tagen anfingen die Gelatine zu verflüss.	Erst nach 4 Tagen ein Schimmelrasen zu finden; nach 6 Tagen mehrere Schimmelras. und eine Hefeansiedelung; nach 11 Tagen ebenso.
2	Sand in einer 2. Stube, in welcher Typhuskranke lagen, zusammengekehrt.	Gelatine nach 6 Tagen verflüss.	Es entwickelten sich nur 10 Schimmelrasen, von denen 2 nach 9 Tagen die Gelatine verflüssigten, ohne selbst nach 11 Tagen der Beobachtung hinderlich zu sein.	Es entwickelten sich nur 5 Schimmelrasen.
3	Sand, in einer 3. Stube, in welcher Typhuskranke lagen, zusammengekehrt.	Gelatine nach 6 Tagen verflüss.	Nach 6 Tagen neben 7 Schimmelrasen zwei andere Ansiedelungen, nach 11 Tagen unter einigen Schimmelrasen Verflüssig. d. Gelatine.	Nach 11 Tagen nur 3 kleine Schimmelrasen.
4	Zwischendeckenmaterial aus einer Stube, in welcher Typhuskranke gelegen hatten.	Nach 4 Tagen verhindern die unzähligen Ansiedelungen die Beobachtung.	Nach 4 Tagen zahlr. Schimmelras., daneben 3 andere Ansiedelung., nach 7 Tagen erstere so kräftig entwickelt, dass eine Beobachtung der Platte nicht möglich ist.	Nach 10 Tagen nur kleine Schimmelrasen. daneben 2 andere Ansiedelungen.
5	Zwischendeckenmaterial aus einer 2. Stube, in welcher Typhuskranke gelegen hatten.	Gelatine nach 4 Tagen verflüss.	Nach 5 Tagen 7 Schimmelrasen, daneben 2 andere Ansiedelungen; nach 7 Tagen Mucor mucedo über der ganzen Platte.	Nach 5 Tagen nur 2 Schimmelrasen; nach 8 Tagen Mucor mucedo den vierten Theil der Platte überwuchert.
6	Zwischendeckenmaterial aus einer 3. Stube, in welcher Typhuskranke gelegen hatten.	Gelatine nach 3 Tagen verflüss.	Nach 5 Tagen von Schimmelrasen so überwuchert, dass eine Beobachtung nicht mehr möglich ist.	Nach 4 Tagen viele kleine Schimmelrasen. die nach 6 Tagen die Beobachtung sehr erschweren.
7	Zwischendeckenmaterial aus einer 4. Stube, in welcher Typhuskranke gelegen hatten.	Nach 3 Tagen sehr viele kleine Ansiedelungen, besonders Schimmelrasen; am 5. Tage Beobachtung unmöglich.	Nur sehr viele Schimmelrasen, die am 5. Tage der Beobachtung ein Ende machen.	Auch hier nur Schimmelrasen, die am 8. Tage die Beobachtung verhindern.

Nummer	Bezeichnung der Schmutzproben	Wachsthum in		
		Nährgelatine	Kartoffelgelatine	Kartoffelgelatine mit 0·05 % Carbolzusatz
8	Zwischendeckenmaterial aus einer 5. Stube, in welcher Typhuskranke gelegen hatten.	Nach 4 Tagen unzählige Ansiedelungen, besonders viele Schimmelrasen.	Nach 4 Tagen neben unzähligen Schimmelrasen, die der Beobachtung ein Ende machen, eine andere Ansiedelg.	Nach 2 Tagen nichts zu finden; nach 3 Tagen mehrere Schimmelras.; nach 5 Tagen überwuchert Mucor mucedo die ganze Platte.
9	Schmutz, unter den Spinden einer Stube hervorgekehrt.	Nach 2 Tagen unzählige kleine Ansiedelungen, besonders viele Schimmelrasen; nach 3 Tagen Beobachtung nicht mehr möglich.	Nach 2 Tagen 34 Schimmelrasen; nach 3 Tagen überwuchert Mucor mucedo die ganze Platte.	Nach 2 Tagen nichts zu finden; nach 3 Tagen mehrere Schimmelras.; nach 5 Tagen Mucor mucedo über der ganzen Platte.
10	Schmutz, unter den Spinden einer Stube hervorgekehrt.	Neben zahlreich. Schimmelrasen unzählige andere Ansiedelungen.	Nach 2 Tagen nichts zu finden; nach 4 Tag. zahlr. kleine Schimmelrasen, daneben eine andere Ansiedelung, nach 7 Tagen Schimmelrasen sehr gross.	Nach 3 Tagen nichts zu finden; nach 4 Tag. einige klein. Schimmelrasen; nach 7 Tagen Schimmelrasen nur grösser.
11	Bauschutt.	Nach 2 Tagen 280 Ansiedelung.	Nach 2 Tagen neben 42 Schimmelrasen eine andere Ansiedelung; erstere machten durch ihre starke Entwickelung nach 4 Tagen der Beobachtung ein Ende.	Auf allen Platten entwickelten sich innerhalb 8 Tagen nur die Schimmelrasen gut, selten wurd. eine andere Ansiedelung gefunden, nur die Typhus ähnlich wachsenden Bacillen kamen scheinbar ungehindert zur Entwicklg.
12	Spielplatz an der Wallpromenade in Greifswald.	Nach einem Tage 308 Ansiedelung.; nach 2 Tagen Gelatine verflüss.	Nach einem Tag 87 Ansiedelungen, darunter mehrere Typhus ähnlich wachsende, wie die aus Fäces gezüchteten; nach 3 Tagen verflüssigen 3 Ansiedelungen die Gelatine.	Wie Nr. 11.
13	Promenadenweg über einen Schmuckplatz in Greifswald.	Nach 2 Tagen Gelatine verflüss.	Nach 2 Tagen 4 Ansiedelungen; nach drei Tagen verflüssigt eine derselben die Gelatine; nach 8 Tagen dasselbe Verhalten.	Wie Nr. 11.

Nummer	Bezeichnung der Schmutzproben	Wachsthum in Nährgelatine	Wachsthum in Kartoffelgelatine	Wachsthum in Kartoffelgelatine mit 0·05 % Carbolzusatz
14	Wallpromenade in Greifswald.	Nach einem Tage 27 Ansiedelungen 24 derselben verflüssigen die Gelatine; nach 2 Tagen Gelatine ganz verflüssigt.	Nach einem Tage 14 Ansiedelungen; nach 2 Tagen 40 Ansiedelungen, 8 derselben verflüssigen so stark, dass am 4. Tage Beobachtung nicht mehr möglich ist.	Wie Nr. 11.
15	Nicolaikirchplatz	Nach 2 Tagen Gelatine verflüss.	Nach 2 Tagen neben 20 Schimmelrasen vier andere Ansiedelungen; nach 4 Tagen 9 andere Ansiedelungen; nach 7 Tagen Schimmelrasen sehr gross.	Wie Nr. 11.
16	Gartenerde aus den Anlagen am Sool- u Moorbade in Greifswald.	Nach 2 Tagen Gelatine verflüss.	Nach 2 Tagen 23 Ansiedelungen, 3 Schimmelrasen; nach 8 Tag. ebenso.	Nur in den Platten Nr. 18 waren einige Ansiedelungen zur Entwickelung gekommen, darunter die Typhus ähnlich wachsenden.
17	Staubweg an der Chaussee nach Stralsund.	Nach einem Tage unzählige Ansiedelungen; nach 3 Tagen Gelatine verflüssigt.	Nach einem Tage 68 kleine Ansiedelungen; die Ansiedelungen werden im Laufe der Beobachtungszeit nur grösser, weiter keine Veränderung.	
18	Städtische Abfuhrstelle an der Chaussee nach Stralsund.	Gelatine nach 2 Tagen verflüss.	Nach 2 Tagen 24 Ansiedelungen, von denen 3 die Gelatine verflüss.; nach 3 Tagen 96 Ansiedelungen; nach fünf Tagen Gelatine zum grössten Theil verflüss. In dieser Platte die Typhus ähnl. wachsenden Bacillen aus Fäces.	
19	Promenadenweg an der Chausee nach Stralsund.	Nach 3 Tagen nicht sehr viele Ansiedelungen, die Hälfte der Gelatine verflüss.	Nach 8 Tagen 3 Hefeansiedelungen und vier heraufgefallene Schimmelrasen.	
20	Gartenerde aus den Anlagen vor dem Pathologischen Institut.	Nach 2 Tagen Gelatine verflüss.	Nach 2 Tagen 2 Ansiedelungen; nach fünf Tagen 6 Ansiedelungen, von denen 2 die Gelatine verflüssigen.	

Nummer	Bezeichnung der Schmutzproben	Wachsthum in		
		Nährgelatine	Kartoffelgelatine	Kartoffelgelatine mit 0·05 % Carbolzusatz
21	Weg am Rubenowplatz.	Nach 3 Tagen Gelatine verflüss.	Nach 3 Tagen 6 Ansiedelungen, eine Ansiedelung verflüssigt d. Gelatine; nach 8 Tagen nur noch einige Schimmelrasen dazugekom.	Nur in den Platten Nr. 18 waren einige Ansiedelungen zur Entwickelung gekommen, darunter die Typhus ähnlich wachsenden.
22	Erde von einem frisch gepflügten Acker.	Nach 2 Tagen Gelatine verflüss.	Nach 2 Tagen 14 Ansiedelungen, daneben 7 Schimmelrasen, 2 Ansiedelungen verflüssig. die Gelatine; nach vier Tagen die halbe Platte verflüssigt.	

Grundfarbe, sind in zwei Tagen ganz gelb und dann schon so gross, wie Typhusansiedelungen erst nach längerer Zeit werden. Die Oberflächenansiedelungen sind bei einer Temperatur von 20° nach zwei Tagen so gross, wie die entsprechenden Typhusansiedelungen selten werden, sie haben fast ausnahmslos in der Mitte eine schon mit unbewaffnetem Auge wahrnehmbare grauweisse Erhöhung, die unter dem Mikroskop gelb erscheint, auch ist die Fältelung eine viel gröbere. Bei etwas höherer Temperatur ist, wie spätere Untersuchungen zeigten, die Verflüssigung der Kartoffelgelatine durch einige Ansiedelungen störend, man ist dann genöthigt, seine Zuflucht zum Carbolzusatz zu nehmen. Dieser wird auch bei Störungen durch die allzu starke Entwickelung der Schimmelpilze zum Ziel führen.

Ich versuchte es, die Entwickelung der letzteren durch einen geringen Zusatz von Jodtrichlorid einzuschränken; aber schon bei Zusatz von einem Tropfen einer 5 procentigen Jodtrichloridlösung zu 10 ^{ccm} Kartoffelgelatine wuchsen Typhusbacillen nicht mehr, während die Schimmelrasen ungestört wucherten.

Ebenso erfolglos war ein Zusatz von Kupfersulfat. Die Schimmelpilze wuchsen noch bei Zusatz von 1 ^{ccm} 10 procentiger Kupfersulfatlösung zu 10 ^{ccm} Kartoffelgelatine, nicht mehr bei Zusatz von 1·5 ^{ccm}; Typhusbacillen wuchsen aber in beiden Fällen nicht mehr.

Nicht ganz so günstig gestalteten sich die Verhältnisse bei der Untersuchung von Wasser. Ich hatte zuerst, um gleich mit den am meisten verunreinigten Wässern anzufangen, Proben aus dem Ryckflusse und dem Stadtgraben hierselbst entnommen. Das Wasser des ersteren wurde von der Oberfläche am rechten Ufer, 150 Schritte von der sehr belebten Brücke entnommen. Neben der Entnahmestelle wurden Schiffe entladen;

200 Schritte von derselben wurde am linken Ufer Wäsche gespült: Das Wasser floss von den Wäscherinnen und der Brücke zur Entnahmestelle, von dieser nach den Schiffen. Der Stadtgraben umfliesst fast die ganze Stadt im Westen, Süden und Osten; in ihn wird ein Theil der Abwässer entleert. Am West- und Ostende der Stadt steht er mit dem Ryck in Verbindung; er fliesst je nach der herrschenden Windrichtung bald nach Westen, bald nach Osten, oft stagnirt er auch. Das Wasser desselben wurde als das am meisten verunreinigte sehr oft untersucht. Die Probeentnahme erfolgte stets an der Caserne des 42. Infanterie-Regiments und zwar oberhalb der Gosse, durch welche die Abwässer der Caserne in den Graben entleert werden.

Von beiden Wässern wurden je 1 ccm und je 0·5 ccm zu je 10 ccm Nährgelatine und Kartoffelgelatine gegeben und davon Platten gegossen. Diese wurden getrennt in feuchten Kammern aufbewahrt.

Während die aus Nährgelatine mit Ryckwasser hergestellten Platten schon nach zwei Tagen ganz verflüssigt waren, konnten die aus Kartoffelgelatine angefertigten fünf bis sechs Tage hindurch, wenn nur 0·5 ccm Wasser genommen worden war, auch noch länger beobachtet werden. Allerdings entwickelten sich auch hier sehr zahlreiche Ansiedelungen, unter diesen immer die schon bei den Schmutzuntersuchungen erwähnten Typhus ähnlich wachsenden. Ebenso verhielten sich die mit Grabenwasser hergestellten Platten. Bei Anwendung von nur 0·5 ccm Wasser war in beiden Fällen eine Beobachtung und Unterscheidung der einzelnen Ansiedelungen ganz gut möglich. Die einzige Schwierigkeit bestand darin, die einzelnen Ansiedelungen mit der Platinnadel abzustechen. Die Ansiedelungen hafteten sehr fest in der Kartoffelgelatine, nur bei Anwendung einer schwach erwärmten Nadel konnten dieselben herausgeholt werden, sie wurden dann meistens ganz aus der Gelatine herausgehoben. Die Platten sahen höchst eigenthümlich aus; es zeigten sich zahlreiche 1 bis 2 mm über die Gelatine sich erhebende dünnere und dickere Ansiedelungen, von denen die ersteren sich mitunter umbogen und mit ihrer Spitze wieder die Gelatine berührten, in der sie weiter wuchsen.

Wesentlich günstiger gestalteten sich die Verhältnisse bei der Untersuchung von Brunnenwässern mit der Kartoffelgelatine. Im Ganzen wurden 28 Brunnen und das hiesige Leitungswasser von mir untersucht. Alle Brunnen waren trotz Einführung der Wasserleitung noch in Benutzung. Vor der Probeentnahme wurde stets das im Rohr befindliche Wasser abgepumpt. Gleich nach Ankunft im Institut wurde je 1 ccm Wasser zu je 10 ccm Nährgelatine und Kartoffelgelatine mit und ohne Carbolzusatz gegeben, davon Platten gegossen und diese in gesonderten feuchten Kammern bei einer Temperatur zwischen 15 und 19° aufbewahrt. In

nachstehender Tabelle will ich nur einige der günstigsten und ungünstigsten Ergebnisse aufführen. Ich übergebe in derselben auch die mit Carbol-Kartoffelgelatine erhaltenen Resultate. Diese lassen sich kurz dahin zusammenfassen, dass in dieser Gelatine noch weniger Ansiedelungen zur Entwickelung kamen und die event. Verflüssigung derselben um zwei bis vier Tage hinausgeschoben wurde (s. S. 172).

Das Ergebniss der Untersuchung von den ersten fünf Brunnen dürfte wohl als ein sehr günstiges bezeichnet werden, weniger günstig war dasselbe bei der Untersuchung der letzten fünf. Leicht waren aber alle Ansiedelungen, welche in der Kartoffelgelatine zur Entwickelung gekommen waren, von Typhusansiedelungen zu unterscheiden. Sie liessen sich zum grossen Theil schon makroskopisch durch ihre Grösse und Farbe davon trennen, noch leichter ging dies mikroskopisch, die Ansiedelungen waren für solche von Typhusbacillen viel zu dunkel oder anders gezeichnet. Es kam überhaupt nur eine Sorte von kleinen Stäbchen in Betracht, die sehr ähnlich, vielleicht identisch mit denjenigen sind, welche sich in Fäces vorfinden. Ihre unterscheidenden Merkmale im Wachsthum sind schon oben bei den Schmutzuntersuchungen aufgeführt worden.

Die Vortheile der Kartoffelgelatine bei Wasseruntersuchungen auf event. darin vorhandene Typhusbacillen gegenüber der bisher gebräuchlichen Nährgelatine sind also immerhin nicht zu unterschätzende.

Es kommen in derselben stets weniger Ansiedelungen zur Entwickelung als in der Nährgelatine; man wird daher grössere Wassermengen zur Untersuchung anwenden können und nur bei ganz stark verunreinigten Wässern sich mit 0·1 bis 0·25 ccm Wasser behelfen müssen. Hier hilft dann aber die Kartoffelgelatine mit Carbolzusatz aus.

Die Kartoffelgelatine verlängert die Beobachtungszeit um drei bis fünf Tage.

Die Typhusansiedelungen wachsen in der Kartoffelgelatine in ganz charakteristischer Weise, fallen durch ihren eigenthümlichen Glanz sofort auf und sind so leicht von den sonst aus Wasser wachsenden Organismen zu unterscheiden.

Immer muss man aber bei derartigen Untersuchungen Vergleichsplatten mit Typhusbacillen von einer Reincultur anfertigen, da die Temperatur auf die Entwickelung und Grösse der Typhusansiedelungen nicht ohne Einfluss ist.

Zum Schluss meiner Untersuchungen über das Wachsthum der Wasserbacterien in Kartoffelgelatine stellte ich mit derselben noch einige Versuche über das Verhalten der Typhusbacillen in Trinkwasser an. Wie Kraus[1] nahm auch ich zu diesen Untersuchungen nicht sterilisirtes Wasser.

[1] *Archiv für Hygiene.* Bd. VII. Hft. 2. S. 234.

Nr.	Bezeichnung der Brunnen	Wachsthum in Nährgelatine	Wachsthum in Kartoffelgelatine
1	Brunnen vor dem Hause Knopfstr. 3.	Nach 2 Tagen neben unzähligen Ansiedelungen 62 die Gelatine verflüssigende; nach 8 Tagen Gelatine verflüssigt.	Nach 3 Tagen 27 Ansiedelungen; nach 8 Tagen einige Ansiedelungen mehr, 7 verflüssigen die Gelatine.
2	Brunnen vor dem Hause Büchstr. 41.	Nach 1 Tage unzählige Ansiedelungen; nach 3 Tagen Gelatine verflüssigt.	Nach 1 Tage eine Ansiedelung; nach 2 Tagen 15 Ansiedelungen; nach 6 Tagen mehr Ansiedelungen, darunter 9 stark die Gelatine verflüssigende.
3	Brunnen vor dem Hause Steinbeckerstrasse 9.	Nach 4 Tagen sehr zahlreiche Ansiedelungen; nach 6 Tagen unzählige Ansiedelungen.	Nach 6 Tagen nichts zu finden.
4	Brunnen an der Ecke der Fisch- und Langefuhrstrasse.	Nach 2 Tagen unzählige Ansiedelungen, 30 verflüssigen die Gelatine; nach 3 Tagen Gelatine verflüssigt.	Nach 2 Tagen 10 Ansiedelungen; nach 6 Tagen 37 Ansiedelungen. 3 verflüssigen die Gelatine.
5	Brunnen an der Ecke der Stein- und Wiesenstr.	Nach 2 Tagen unzählige Ansiedelungen, 16 verflüssigen die Gelatine; nach 4 Tagen Gelatine verflüssigt.	Nach 2 Tagen 8 Ansiedelungen; nach 8 Tagen 20 Ansiedelungen.
6	Brunnen vor dem Hause Nicolaistr. 2.	Nach 2 Tagen unzählige Ansiedelungen, viele verflüssigen die Gelatine; nach 3 Tagen Gelatine verflüssigt.	Nach 2 Tagen zahlreiche Ansiedelungen; nach 3 Tagen verflüssigen 10 davon die Galatine; nach 5 Tagen sehr stark verflüssigt.
7	Brunnen in der Wolgasterstr. vor dem Begräbnissplatz.	Nach 2 Tagen unzählige Ansiedelungen, 22 verflüssigen die Gelatine; nach 4 Tagen Gelatine verflüssigt.	Nach 2 Tagen auch recht viele Ansiedelungen, 7 verflüssigen die Gelatine; nach 6 Tagen zwar noch zu beobachten, aber stark verflüssigt.
8	Brunnen auf dem Fischmarkt.	Nach 2 Tagen unzählige Ansiedelungen; 47 verflüssigen die Gelatine; nach 4 Tagen Gelatine verflüssigt.	Nach 2 Tagen 22 Ansiedelungen; nach 4 Tagen verflüssigt eine Ansiedelung die Gelatine, hat den Rand derselben durchbrochen und verflüssigt so ringsum die Gelatine.
9	Leitungswasser im Institut entnommen.	Nach 3 Tagen Gelatine verflüssigt.	Nach 3 Tagen 37 Ansiedelungen, von diesen verflüssigt eine sehr stark; nach 5 Tagen Gelatine fast ganz verflüssigt.
10	Brunnen an der Ecke der Stein- und Burgstr.	Nach 2 Tagen Gelatine verflüssigt.	Nach 2 Tagen unzählige Ansiedelungen des im Grabenwasser gefundenen Typhus ähnlich wachsenden Stäbchens, fast eine Reincultur desselben.

Die ersten drei Versuche wurden in folgender Weise ausgeführt. Es wurden aus den Brunnen vor dem hygienischen Institut, vor den Häusern in der Kapaunenstrasse 20 und Rothgerberstrasse 21 je zwei Proben von etwa 120^{ccm} Wasser in Erlenmeyer'schen Kolben entnommen. Ein Kolben von jeder Probe wurde mit einer Platinnadel voll Typhusbacillen von einer sechs Tage alten Strichcultur besät, gut umgeschüttelt und nun 1^{ccm} zu 10^{ccm} Kartoffelgelatine gegeben. Ebenso wurde aus jedem nicht beimpften Kolben je 1^{ccm} in Kartoffelgelatine vertheilt und dann Platten angefertigt. Zur Controle wurde auch immer eine mit Typhusbacillen beimpfte Platte aus Kartoffelgelatine gegossen. Alle sechs Wasserproben wurden im Keller aufbewahrt, der eine beständige Temperatur von 12° hatte; sechs Tage hindurch wurden, wie oben angegeben, Platten davon hergestellt, dann nach drei Tagen Platten aus je $0 \cdot 25^{\text{ccm}}$ Wasser. Die Temperatur im Aufbewahrungsraum der Platten schwankte zwischen 22 und 25°.

Die Wasserbacterien hatten in den Proben aus dem Brunnen vor dem Institut nach drei Tagen, in der aus der Kapaunenstrasse nach fünf und in der aus der Rothgerberstrasse nach sechs Tagen überhand genommen. Mit unzweifelhafter Sicherheit konnten Typhusansiedelungen in dem ersten Wasser noch nach fünf, in den anderen beiden noch nach sechs Tagen nachgewiesen werden. Die Ansiedelungen wurden abgestochen, auf Nährgelatine, Kartoffelgelatine, Kartoffelscheiben und in nach Noeggerath gefärbte Bouillon übertragen; sie verhielten sich überall wie die gleichzeitig von einer Typhusreincultur angefertigten Controlen.

In diesem Versuche hatte mich die Kartoffelgelatine nicht befriedigt; sie wurde zu schnell verflüssigt, liess auch zu viele Keime zur Entwickelung kommen. Hierbei wird ohne Zweifel die 6 bis 8° höhere Temperatur wie in den vorhergehenden Versuchen einen nicht zu unterschätzenden Einfluss gehabt haben. Besonders reichlich entwickelten sich auf allen Platten die Ansiedelungen eines grossen Stäbchens, dessen nähere Untersuchung noch aussteht. Carbol-Kartoffelgelatine wagte ich nicht anzuwenden, da ich über das Verhalten der Typhusbacillen, welche vielleicht durch das längere Leben in diesen so stark mit Organismen der verschiedensten Art verunreinigten Wässern geschwächt worden waren, zu dieser noch keinen Aufschluss hatte. Ich unternahm es zuerst, noch einen neuen Versuch mit Anwendung geringerer Wassermengen aber dementsprechend mehreren Platten anzustellen.

Aus dem Brunnen an der Bahnhof- und Gutzkowerstrassenecke wurden zwei Proben von etwa 120^{ccm} entnommen. Ferner wurden zwei Proben Grabenwasser, welche zu einem anderen Zwecke bereits vier Tage bei 12° gestanden hatten, zu diesem Versuch benutzt. Ein Kolben von beiden Wasserproben wurde mit je einer Platinnadel voll Typhusbacillen

von einer 16 Tage alten Strichcultur beschickt, die anderen beiden nicht. Sofort wurde nun von den beiden Proben mit Brunnenwasser je 1 ccm zu 10 ccm Nährgelatine und Kartoffelgelatine gegeben, von den mit Grabenwasser aber nur 0·25 und 0·1 ccm, und dann Platten gegossen. Diese wurden bei einer Temperatur von 17 bis 20° aufbewahrt, die Wasserproben bei 12°. Die aus dem Brunnenwasser mit gewöhnlicher Nährgelatine hergestellten Platten waren nach zwei bis drei Tagen immer verflüssigt. In den Platten von Kartoffelgelatine trat die Verflüssigung zuerst in denjenigen auf, welche nach zwei Tagen aus dem Wasser ohne Typhusbacillen hergestellt worden waren, in den aus Wasser mit Typhusbacillen hergestellten Platten machte sich die Verflüssigung erst in den nach fünf Tagen angefertigten Platten bemerkbar. Bis zum 12. Tage nahmen dann die Ansiedelungen der die Kartoffelgelatine verflüssigenden Organismen zu, während die Typhusansiedelungen abnahmen. Die Platten konnten trotzdem immer fünf Tage hindurch beobachtet werden, während die aus Nährgelatine bereiteten in zwei bis drei Tagen verflüssigt waren. Vom zweiten Tage ab wurden nur noch Platten aus 0·5 und 0·25 ccm Brunnenwasser angelegt, vom 13. Tage ab nur noch je zwei Platten mit 0·1 ccm und drei und zwei Platinösen. Es konnten so in diesem Wasser **noch nach 18 Tagen** vereinzelte Typhusansiedelungen nachgewiesen werden. Dieselben wurden abgestochen, in Kartoffelgelatine gebracht und dann Platten gegossen. Die Entwickelung in diesen entsprach der in den gleichzeitig mit Typhusreincultur angestellten Platten; auch auf der Kartoffelscheibe, in Nährgelatine und in nach Noeggerath gefärbter Bouillon verhielten sich die abgestochenen Stäbchen wie die entsprechenden Controlen aus Typhusreincultur.

Vom Grabenwasser konnten immer dieselben Mengen wie am ersten Tage untersucht werden. Es entwickelten sich von diesem in der Kartoffelgelatine verhältnissmässig nur wenige Ansiedelungen, während die aus Nährgelatine hergestellten Platten immer in zwei Tagen verflüssigt waren. In den ersten zwei Tagen entwickelten sich die Typhusansiedelungen recht zahlreich, dann nahmen sie ab, während die Ansiedelungen der die Gelatine verflüssigenden Ansiedelungen auch hier zunahmen. Mit Sicherheit konnten hier Typhusansiedelungen **noch nach 14 Tagen** nachgewiesen werden. Diese wurden zuletzt immer in derselben Weise auf ihre Echtheit geprüft, wie die in dem Brunnenwasser gefundenen; auch sie verhielten sich in allen Nährmedien ebenso wie die gleichzeitig aus Typhusreincultur hergestellten Controlen.

Ich konnte also mit Hülfe der Kartoffelgelatine nachweisen, dass die Typhusbacillen im Stande sind, sich unter Umständen bedeutend länger im Wasser lebensfähig zu halten, wie man bisher annahm. Zwar sind

diese beiden Versuche ja nicht für alle Verhältnisse massgebend; ich behalte mir vor, über weitere diesbezügliche Untersuchungen später zu berichten.

Von dem Brunnenwasser konnte ich zuletzt wider Willen doch nur recht geringe Mengen der Untersuchung unterwerfen, da die oben erwähnten Stäbchen zu zahlreich in der Kartoffelgelatine zur Entwickelung kamen. Ich versuchte in Folge dessen, hier das Thoinot'sche Verfahren anzuwenden.

Ich nahm 10 ccm von dem 17 Tage lang aufbewahrten Brunnenwasser, welches mit Typhusbacillen beschickt worden war, und versetzte diese mit 15 Tropfen 5 procentiger Carbolsäurelösung aus der dazu bestimmten Bürette. Nach dreistündiger Einwirkung der Carbolsäure brachte ich aus dem zuvor gut umgeschüttelten Wasser je 0·5 ccm in je 10 ccm Nährgelatine und Kartoffelgelatine; nach fünf Stunden wurde 0·5 ccm nur zu 10 ccm Kartoffelgelatine gegeben. Ferner wurden je 0·5 ccm ohne Carbolsäurezusatz zu je 10 ccm Nähr- und Kartoffelgelatine gegeben. Die hieraus hergestellten Platten wurden bei 20° aufbewahrt; die Ergebnisse des Versuches giebt die Tabelle auf S. 176.

Hier hatte sich also das Thoinot'sche Verfahren in Verbindung mit der Kartoffelgelatine sehr gut bewährt. Die Typhusansiedelungen wurden abgestochen und wie oben weiter geprüft, wodurch ihre Echtheit mit absoluter Sicherheit festgestellt werden konnte.

Um mich zu vergewissern, dass auch Typhusbacillen, nachdem sie mit Carbolsäure behandelt worden sind, in Kartoffelgelatine wachsen, hatte ich gleichzeitig mit dem soeben geschilderten Versuch einen zweiten angestellt. Ich hatte 10·5 ccm Leitungswasser und 10·5 ccm Wasser aus dem Brunnen vor dem Institut mit je einer Platinnadel voll Typhusbacillen von einer fünf Tage alten Strichcultur beschickt und dann sofort je 0·5 ccm zu 10 ccm Kartoffelgelatine gegeben. Hierauf wurden jeder Probe wie üblich 15 Tropfen 5 procentiger Carbollösung hinzugefügt und nach 3, 5 und 7 Stunden je 0·5 ccm mit 10 ccm Kartoffelgelatine gemischt. Vor jeder Entnahme wurden die Proben gut umgeschüttelt. Die Platten wurden bei 20° aufbewahrt.

Die Ergebnisse dieses Versuches waren überraschend. Auf der Platte aus Leitungswasser ohne Carbolzusatz hatten sich unzählige Typhusansiedelungen entwickelt, während auf den Platten, welche nach Einwirkung der Carbolsäure angefertigt worden waren, gar keine Typhusansiedelungen gefunden werden konnten. Dagegen hatten sich in allen Platten aus dem Brunnenwasser unzählige Typhusansiedelungen entwickelt.

Die Platten wurden noch sechs Tage hindurch aufbewahrt, ohne dass sich die Resultate änderten. Warum waren in den Platten aus dem mit Typhusbacillen beimpften Leitungswasser keine Typhusansiedelungen zur Entwickelung gekommen?

Nach	Wachsthum in den Controlplatten aus Nährgelatine	Wachsthum in den Controlplatten aus Kartoffelgelatine	nach 3stündiger Einwirkung in Nährgelatine	nach 3stündiger Einwirkung in Kartoffelgelatine	nach 5stünd. Einwirkung in Kartoffelgelatine
2 Tagen	Unzählige Ansiedelungen.	Sehr viele Ansiedelungen, Typhusansied. nicht zu erkennen.	Sehr viele Ansiedelungen, Typhusansied. nicht zu erkennen.	15 Ansiedelungen, Typhusansied. nicht zu finden.	8 Ansiedelungen. Typhusansied. nicht zu finden.
3 Tagen	9 Ansiedelungen verflüssigen die Gelatine.	1800 Ansiedelungen, keine verflüssigt.	6270 Ansiedelungen, 2 verflüssigen, Typhus?	39 Ansiedelungen, darunter 6 von Typhusbacillen.	41 Ansiedelungen, ob Typhusansiedelungen nicht zu entscheiden.
4 Tagen	25 Ansiedelungen verflüssigen die Gelatine.	Keine Ansiedelung verflüssigt.	Die beiden verflüssigenden Ansiedelungen sehr gross.	46 Ansiedelungen, 6 von Typhusbacillen.	59 Ansiedelungen, 4 von Typhusbacillen.
5 Tagen	Gelatine verflüssigt.	11 Ansiedelungen verflüssigen ganz schwach.	Gelatine fast ganz verflüssigt.	do.	do.

Der Versuch wurde sofort mit Leitungswasser und Grabenwasser wiederholt, aber nur nach drei- und fünfstündiger Einwirkung der Carbolsäure Proben entnommen. Die Platten wurden bei 18—20° aufbewahrt, die Ergebnisse waren ähnliche, wie im vorhergehenden Versuch.

Auf der Platte aus Leitungswasser ohne Carbolzusatz waren neben unzähligen Typhusansiedelungen nur fünf andere zur Entwickelung gekommen; nach dreistündiger Einwirkung der Carbolsäure fanden sich in der Platte ganz bedeutend weniger Typhusansiedelungen vor, wie in der ersten Platte, nach fünfstündiger Einwirkung der Carbolsäure konnten nur noch ganz vereinzelte Typhusansiedelungen gefunden werden. In den aus Grabenwasser hergestellten Platten wurden nach zwei Tagen überall unzählige Typhusansiedelungen gefunden, neben wenigen anderen.

Ich machte nun noch einen Versuch mit sterilisirtem und nichtsterilisirtem Leitungswasser. Je 11 ccm wurden mit einer Platinnadel voll Typhusbacillen von einer sieben Tage alten Strichcultur beschickt und dann je 0·5 ccm in Nährgelatine und Kartoffelgelatine gegeben. Dann wurden jeder Probe, wie üblich, 15 Tropfen einer 5 procentigen Carbollösung hinzugefügt und nach drei und fünf Stunden wiederum je 0·5 ccm

ausgesät. Die Platten wurden bei einer Temperatur von 17—20° sechs Tage lang aufbewahrt. Die Ergebnisse waren folgende:

In den Platten aus sterilem Leitungswasser waren überall unzählige Typhusansiedelungen gewachsen, in der Kartoffelgelatine allerdings nach Einwirkung der Carbolsäure nicht so viele wie in der Platte vor der Carbolsäureeinwirkung.

In der Platte mit Nährgelatine aus nicht sterilem Leitungswasser hatten nach dreistündiger Einwirkung der Carbolsäure die Typhusansiedelungen ganz bedeutend abgenommen, in der nach siebenstündiger Einwirkung fanden sich nur noch 4 bis 5 Typhusansiedelungen vor. In der Platte aus Kartoffelgelatine mit nicht sterilem Leitungswasser waren nach dreistündiger Einwirkung der Carbolsäure nicht besonders viele Typhusansiedelungen vorhanden und in der nach siebenstündiger Carbolsäureeinwirkung konnten überhaupt keine Ansiedelungen gefunden werden. Worauf dieses Verhalten und die geringe Widerstandsfähigkeit der Typhusbacillen in dem nicht sterilisirten Leitungswasser gegenüber der Carbolsäure beruhen, wage ich noch nicht zu entscheiden, da die darauf bezüglichen Untersuchungen noch nicht abgeschlossen sind.

Zu meinem Bedauern war es mir bis heute nicht möglich, die Dejectionen an Abdominaltyphus erkrankter Personen mit Hülfe der Kartoffelgelatine auf Typhusbacillen zu untersuchen, da mir solche nicht zur Verfügung standen.

Ich möchte schliesslich die Ergebnisse meiner Arbeit in folgende Schlusssätze zusammenfassen:

I. Das Verfahren von Chantemesse und Widal (Anwendung einer 0·25 procentigen Carbolgelatine) ist für den Nachweis der Typhusbacillen nicht brauchbar.

II. Typhusbacillen wachsen nur in einer Nährgelatine mit 0·1 procentigem Carbolzusatz ungehindert.

III. Die Angaben von Thoinot sind nicht genügend präcisirt. Ein Zusatz von 0·25 procentiger reiner Carbolsäure zu typhusverdächtigem Wasser bietet bei der Untersuchung desselben mit Nährgelatine nach dreistündiger Einwirkung der Carbolsäure nicht immer erhebliche Vortheile.

IV. In Gelatine mit Jodtrichlorid werden Typhusbacillen bei Anwendung des Plattenverfahrens bei einem Zusatz von 0·05 Procent sehr stark in ihrer Entwickelung behindert, während zahlreiche andere Bacterien darin zu kräftiger Entwickelung kommen.

V. In einer aus dem frisch ausgepressten Saft roher Kartoffeln hergestellten sauren Gelatine, von der 10 ^{grm} 2·4 bis 3.2 ^{ccm} Zehntel-Normal-

alkali zur Sättigung gebrauchen, wachsen Typhusbacillen in ganz charakteristischer Weise, so dass sie von den Ansiedelungen aller anderen Mikroorganismen, besonders auch von denjenigen der von mir untersuchten Typhus ähnlich wachsenden Bacillen, leicht zu unterscheiden sind.

VI. Eine grosse Zahl von den in Schmutz und Wasser vorkommenden Bacterien wächst in der Kartoffelgelatine nicht; einzelne die gewöhnliche Nährgelatine verflüssigende Ansiedelungen kommen in der Kartoffelgelatine verhältnissmässig spät zur Entwickelung, sodass die aus Kartoffelgelatine hergestellten Platten immerhin 3—4 Tage länger beobachtet werden können wie die aus Nährgelatine bereiteten. Kräftig entwickeln sich in der Kartoffelgelatine Schimmelpilze und Hefen.

VII. Ein Zusatz von 0·05 Procent Carbolsäure zur Kartoffelgelatine behindert das Wachsthum der Schimmelpilze ganz erheblich, ebenso auch die Entwickelung der die Kartoffelgelatine verflüssigenden Bacterienarten. während die Entwickelung der Typhusbacillen nur um einen Tag verzögert wird.

VIII. Der Nachweis von Typhusbacillen in Erde- und Schmutzproben gelingt am besten bei Aussaat einer wässerigen Aufschüttelung dieser in Kartoffelgelatine mit 0·05 Procent Carbolzusatz.

IX. Am besten gelang mir der Nachweis von Typhusbacillen in zwei stark bacterienhaltigen Wässern bei Zusatz von 0.25 ^{grm} Carbolsäure zu 100 ^{ccm} Wasser (Thoinot) und Aussaat von 0·5 bis 1 ^{ccm} des drei Stunden mit dem Carbolzusatz bei Zimmertemperatur gestandenen Wassers in Kartoffelgelatine.

X. Die Anwendung der nach Noeggerath gefärbten Bouillon (Grancher & Deschamps), zumal wenn diese schwach sauer ist und von ebenso gefärbter Milch, ist als ein werthvolles differentialdiagnostisches Hülfsmittel zwischen Typhus und Typhus ähnlich wachsenden Bacillen anzusehen, doch ist stets eine unzweifelhafte Reincultur echter Typhusbacillen zum Vergleich heranzuziehen.

XI. Die Typhusbacillen sind im Stande, sich auch in stark mit anderen Organismen verunreinigten Wässern länger zu halten, wie man bisher annahm.

Es sei mir noch gestattet, meinem hochverehrten Lehrer, Hrn. Professor Dr. Löffler, auch an dieser Stelle meinen verbindlichsten Dank auszusprechen für das mir im reichsten Maasse erwiesene Wohlwollen und für die vielfache Anregung und Unterstützung bei der Anfertigung vorliegender Arbeit.

Greifswald, im Juli 1889.

Zur Verbreitung des Milzbrandes in Württemberg.

Von

H. Beisswaenger,
Veterinär-Assessor in Stuttgart.

(Hierzu Taf. IV u. V.)

Im Anschluss an die Mittheilungen des Hrn. Medicinalrath Dr. Rembold über einzelne Fälle einer Einschleppung des Milzbrandes durch sogenannte Wildhäute[1] möchte ich zwei kartographische Uebersichten, welche ein Bild von der allgemeinen Verbreitung des Milzbrandes in Württemberg und von dem Umfang des gesammten Wildhautgerbereibetriebes bezw. der räumlichen Vertheilung der Wildhautgerbereien im Lande geben, zur Kenntniss weiterer Kreise bringen, da diese Uebersichten einigen Aufschluss über die Verbreitungsweise des Milzbrandes in Württemberg gewähren und vielleicht auch ein allgemeineres Interesse bieten.

Der Milzbrand hat, wie aus den vom Gesundheitsamt veröffentlichten Jahresberichten über die Verbreitung der Thierseuchen im Deutschen Reiche des Näheren ersehen werden kann, in Württemberg in den letzten Jahren eine auffallend grosse Zahl von Thieren befallen; die Zahl der Milzbrandfälle war früher wesentlich geringer, sie hat in den letzten Jahren stetig zugenommen. Wenn diese stetige Vermehrung der zur amtlichen Kenntniss gelangten Zahl der Milzbrandfälle zum Theil auch als eine Wirkung der im Jahre 1885 eingeführten Entschädigungsleistung für an Milzbrand gefallene Thiere zu betrachten sein dürfte, insofern früher vielleicht verschiedene Seuchenausbrüche verheimlicht wurden, seit Gewährung einer Entschädigung aber alle Seuchenfälle angezeigt werden, so glaube ich unter den gegebenen Verhältnissen doch annehmen zu

---

[1] *Diese Zeitschrift.* Bd. IV. S. 498 ff. und Bd. V. S. 506 ff.

müssen, dass es sich in den letzten Jahren um einen thatsächlichen Zuwachs an Milzbrandfällen handelte und dass Verheimlichungen doch nur verhältnissmässig selten vorkamen.

Eine Erklärung für dieses häufige Vorkommen bezw. für die stetige Zunahme des Milzbrandes konnte seither nach Lage der Verhältnisse aber nicht gefunden werden.

Als Folge früherer unzweckmässiger Beseitigung von Milzbrandcadavern oder von Theilen solcher Cadaver kann nur ein verhältnissmässig kleiner Theil der vorgekommenen Fälle angesehen werden. In den oberamtsthierärztlichen Jahresberichten pro 1887, in welchem Jahre diese Berichte erstmals auch in Absicht auf die Seuchenätiologie in ausführlicher Weise bearbeitet worden sind, werden nur in wenigen Gemeinden die aufgetretenen Milzbrandfälle als muthmasslich auf die genannte Weise entstanden erklärt; nach diesen Berichten sind höchstens die in den Gemeinden Dusslingen O./A. Tübingen, Hardt O./A. Oberndorf, Gärtringen O./A. Herrenberg (?), sowie in einigen Gemeinden des Oberamts Ellwangen vorgekommenen Fälle auf eine in der gedachten Weise zu Stande gekommene Ansiedelung von Milzbrandkeimen an bestimmten Oertlichkeiten zurückzuführen. In allen anderen betroffenen Gemeinden des Landes liegt aber absolut kein Grund zu der Annahme einer solchen Verbreitungsweise des Milzbrandes vor; an eine Verbreitung der Seuche von den öffentlichen Verscharrungsplätzen aus ist bei den bestehenden Einrichtungen in den meisten Orten ebenfalls nicht wohl zu denken.

Ferner sind nur verhältnissmässig wenige Seuchenfälle bekannt geworden, welche durch andere gleichzeitige Seuchenausbrüche veranlasst wurden, sei es durch mittelbare oder unmittelbare Uebertragung von Thier auf Thier, durch unerlaubte Verwendung von Cadavern oder von Theilen derselben u. dergl. m. Hier sei auch bemerkt, dass der Milzbrand bei Schafen, welcher anderwärts so vielfach zur Verschleppung der Seuche beizutragen scheint, bei uns fast ganz unbekannt ist.

Durch mangelhafte Desinfection verseuchter Räumlichkeiten können ebenfalls nur wenige Milzbrandfälle entstanden sein, da wiederholte Seuchenausbrüche in früher betroffenen Gehöften nur verhältnissmässig selten beobachtet wurden.

Bei der Mehrzahl der vorgekommenen Seuchenfälle war vielmehr die Infectionsweise überhaupt nicht zu ermitteln, es blieben bei dem Fehlen aller Anhaltspunkte für die Ableitung von früheren oder gleichzeitigen Seuchenausbrüchen und bei dem Mangel jeglicher nachweisbaren Infectionsgelegenheit die meisten Milzbrandfälle ätiologisch vollkommen räthselhaft. Unter diesen Umständen war eben an eine häufige Neueinschleppung nicht näher bekannter Art zu denken.

Als es nun gelungen war, den directen Nachweis zu liefern, dass unter den aus überseeischen Ländern eingeführten Rinderhäuten, den sogenannten Wildhäuten, sich hin und wieder solche Häute befinden, welche keimfähige Milzbrandsporen an sich tragen, und als erhoben war, dass verschiedene Seuchenausbrüche offenbar durch diese Häute veranlasst worden waren, als demnach eine neue Infectionsquelle ermittelt war, schien nun Licht in das über der Verbreitungsweise des Milzbrandes in Württemberg schwebende Dunkel kommen zu wollen.

Die positiven Ergebnisse der in den eingangs erwähnten Veröffentlichungen mitgetheilten Erhebungen und Untersuchungen gaben daher Anlass zur näheren Prüfung der Frage, ob und inwieweit der Einfuhr und der Verarbeitung der sogenannten Wildhäute im Allgemeinen ein Einfluss auf die Verbreitung des Milzbrandes im Lande zuzumessen sei.

Zu diesem Zweck wurden zunächst theils amtliche, theils private Erhebungen angestellt und zwar über die Einfuhr und Verarbeitung von sogenannten Wildhäuten einerseits und über die Verbreitung des Milzbrandes innerhalb der betroffenen Bezirke andererseits.

Die alljährliche Einfuhr von Wildhäuten ist nach diesen Erhebungen eine ganz bedeutende. Die Wildhautgerberei wird im Lande in grossem Umfange betrieben und bildet in verschiedenen Gemeinden sogar das vorherrschende Gewerbe. In diesen Gemeinden befinden sich neben den Gerbereien noch grosse, jüdischen Händlern gehörige Hautlager, in welche grosse Mengen von Häuten eingebracht werden und von wo aus die Häute dann über das ganze Land versandt werden. In geringerer Zahl befinden sich Wildhautgerbereien in sehr vielen Gemeinden und vereinzelte Wildhautgerbereibetriebe sind über das ganze Land zerstreut.

Die Wildhautgerberei liegt in der Hauptsache in den Händen Kleingewerbetreibender, welche vielfach noch auf einen Oekonomiebetrieb und auf Viehhaltung angewiesen sind.

Die Gerbereigehöfte liegen aus erklärlichen Gründen in der Regel an fliessendem Wasser; die Abläufe aus den Geschäftslocalen werden meistens direct in die Flüsse oder Bäche eingeleitet. Auch ist es allgemein gebräuchlich, die Häute vor der Verarbeitung zum Zwecke des Einweichens längere Zeit in das fliessende Wasser einzulegen.

Nach dem Einweichen werden die nassen Häute dann in der Regel in gut bedeckten Gruben dicht zusammengehängt, um die Haare zum Ausfallen zu bringen. Die Thierhaare und der beim Abschaben der aus den Gruben genommenen Häute sich ergebende Abfall finden sodann als beliebtes Düngemittel vielfach Verwendung.

Wenn man nun bedenkt, dass in Württemberg alljährlich eine grosse Menge sogenannter Wildhäute eingeführt wird und dass unter diesen

Massen sich öfters Häute mit Milzbrandkeimen befinden werden, sowie dass bei der Art des Gerbereibetriebes eine Verschleppung etwa vorhandener Sporen in mannigfacher Weise geschehen kann, so erscheint es von vornherein naheliegend, dass in der Wildhautgerberei eine grosse Gefahr der Seucheneinschleppung gegeben ist. Einerseits können etwa vorhandene Milzbrandsporen auf dem Transport der Häute, sowie in den Gerbereigehöften und Lagerräumen mit dem abfallenden Hautstaube ausgesät und auf alle möglichen Weisen weiter verbreitet werden, andererseits können die Sporen auch bei der Verarbeitung der Häute Verbreitung finden, sie können sodann mit den aus den Geschäftslocalen stammenden Abläufen oder durch das übliche Einlegen der Häute in's fliessende Wasser auch in öffentliche Wasserläufe gelangen, dort weiter geschwemmt und möglicher Weise bei Ueberschwemmungen mit dem Flussschlamm auf Aecker und Wiesen hinausgetragen werden, und endlich ist eine Verbreitung der Sporen durch die Benutzung des sogenannten Haardüngers noch möglich. Durch den Wildhautgerbereibetrieb kann demnach nicht bloss das Gerbereigehöft selbst, sondern auch dessen ganze Nachbarschaft, ja durch Vermittelung der öffentlichen Wasserläufe und in Folge der Verwendung des sogenannten Haardüngers können auch weiter entfernt gelegene Gehöfte und Gemeinden gefährdet werden. Ebenso ist schon auf dem Transport der Häute eine Reihe von Verschleppungsmöglichkeiten gegeben.

Selbstverständlich darf aber nicht erwartet werden, dass jeder Wildhautgerbereibetrieb auch Milzbrandausbrüche veranlassen muss, da ja, selbst bei der Einfuhr milzbrandsporentragender Häute, nur unter ganz bestimmten Voraussetzungen eine wirksame Uebertragung zu Stande kommen kann.

Diese allgemeinen Betrachtungen dürften genügen; ein Eingehen auf alle Einzelnheiten, unter welchen eine Uebertragung zu Stande kommen kann, halte ich nicht für geboten.

Ausgehend von diesen Erwägungen habe ich nun zunächst Uebersichtskarten über die Vertheilung der vorhandenen Wildhautgerbereien und über die Verbreitung des Milzbrandes nach Bezirken hergestellt, um zu prüfen, inwieweit die obigen Voraussetzungen im Allgemeinen zutreffen. Um die verschiedenen betroffenen Bezirke unter sich hinsichtlich des Grades ihrer Verseuchung vergleichen zu können, wurde bei diesen Darstellungen für jeden Bezirk die Zahl der auf je 10,000 Stück des Gesammtrindviehbestandes des Bezirkes kommenden Milzbrandfälle beim Rinde zu Grunde gelegt und eine Abstufung in der Verseuchung in der Weise durchgeführt, dass die Bezirke, in welchen auf je 10,000 Rinder bis zu 5·00 Milzbrandfälle kamen, auf die erste Stufe, diejenigen mit 5·01 bis 10·00 Milzbrandfällen auf die zweite Stufe, die mit 10·01 bis

20·00 auf die dritte, die mit 20·01—30·00 auf die vierte und die mit 30·01—40·00 Fällen auf je 10,000 Rinder auf die fünfte Stufe gestellt wurden. Für diese Darstellungen wurden zwei Jahrgänge benutzt, es wurden hierzu, wie auch für die beigegebenen beiden Gemeindekarten, die Jahrgänge 1887 und 1888 gewählt, da in diesen beiden Jahren sicher alle vorgekommenen Milzbrandfälle auch zur amtlichen Kenntniss gelangt sind.

Aus diesen Uebersichten, welche ihres geringeren Werthes wegen nicht beigegeben sind, liess sich nun ersehen, dass in beiden Jahren eine gewisse Uebereinstimmung in der Verbreitung des Milzbrandes bestand und dass der die meisten Wildhautgerbereien umfassende Schwarzwaldkreis jedesmal auch am stärksten verseucht war, dass der Neckar- und der Jagstkreis, welche etwas weniger Gerbereien enthalten, auch im Grade der Verseuchung in beiden Jahren in zweiter Linie standen und dass endlich der Donaukreis, in welchem die Wildhautgerberei nur verhältnissmässig wenig betrieben wird, in beiden Jahren auch nur unbedeutend verseucht sich zeigte. Innerhalb der drei stärker betroffenen Kreise waren in beiden Jahren namentlich wieder solche Bezirke in hervorragenderem Maasse betroffen, welche entweder selbst viele Wildhautgerbereien enthalten oder welche Flussgebiete umfassen, in welchen stromaufwärts zahlreiche Gerbereien sich befinden.

Um nun die Verhältnisse in den betroffenen Bezirken weiter verfolgen zu können, habe ich in den beifolgenden Karten innerhalb der betroffenen Bezirke die verseuchten Gemeinden markirt, dieselben sind je nach dem Grade ihres Betroffenseins durch verschiedene schwarze Unterstreichung der Gemeindenamen gekennzeichnet. Da die Lage der geschlossenen Ortschaft für die Beurtheilung der vorliegenden Frage weniger in Betracht kommt, als die Ausdehnung der Gemeindemarkung, so wurden die Markungsgrenzen eingezeichnet. Zu bemerken ist noch, dass in diesen Karten die absolute Zahl der vorgekommenen Milzbrandfälle angegeben ist.

Diejenigen Gemeinden, in denen Wildhautgerbereibetriebe sich befinden, sind durch rothe, der Bedeutung dieser Betriebe nach verschiedene Unterstreichung der Ortsnamen hervorgehoben. Bei diesen Gemeinden kommt die Ausdehnung der Markung in der Regel weniger in Betracht, da die Gerbereien ja auch meistens in der geschlossenen Ortschaft liegen; es ist daher die Lage der Ortschaften selbst durch kleine Kreise angedeutet worden.

In der Karte pro 1888 konnten die Einträge für den Bezirk Waldsee nicht gemacht werden, es ist dies jedoch von keiner Bedeutung, da dort nur wenige Seuchenfälle vorkamen. Endlich ist noch zu erwähnen,

dass bei der Beurtheilung der aufgeworfenen Frage von dem Bezirk Mergentheim abzusehen sein dürfte, da Grund zu der Annahme vorliegt, dass es sich dort in vielen Fällen gar nicht um Milzbrand, sondern um eine andere ähnliche Krankheit gehandelt haben wird.

Eine genaue Betrachtung der Karten wird weiter führen als eine umfangreiche Beschreibung derselben, weshalb ich es unterlasse, auf alle Einzelnheiten einzugehen, und mich darauf beschränke, nur die Verhältnisse in denjenigen Bezirken, welche in den auf S. 182 genannten Karten, also im Vergleich zu dem Gesammtrindviehbestand des Bezirkes, am stärksten verseucht sich zeigten, näher zu besprechen.

In dem verhältnissmässig am meisten betroffenen Schwarzwaldkreise verseuchten in besonders hohem Grade in beiden Jahren die Oberämter Tuttlingen und Balingen (dritte Stufe in den Bezirkskarten).

Im Bezirk Tuttlingen ist in beiden Jahren vorzugsweise die Stadt Tuttlingen selbst, eine der bedeutendsten Gerberstädte des Landes, betroffen worden; im Uebrigen wurden nur noch und zwar in geringerem Grade einige in der nächsten Umgebung von der Oberamtsstadt und einige donauabwärts von derselben gelegene Gemeinden ergriffen. Ueber die specielleren Verhältnisse in der Stadt Tuttlingen giebt die Mittheilung in Band IV dieser Zeitschrift näheren Aufschluss.

Ebenso ist die Seuche im Bezirk Balingen mit wenigen Ausnahmen nur in dem Hauptgerberorte Ebingen aufgetreten. Schon in dem Jahresberichte pro 1884 führt Oberamtsthierarzt Deigendesch-Balingen aus, dass die grösste Zahl der beobachteten Milzbrandfälle in der Stadt Ebingen vorkam und dass meistens Gehöfte von Rothgerbern, welche aus überseeischen Ländern eingeführte Wildhäute verarbeiteten, von der Seuche betroffen wurden. Nach weiteren Mittheilungen Deigendesch's hat der Milzbrand auch seither immer die Ställe der Rothgerbereien und der Umgebung der grossen Hautlager bevorzugt.

Im Bezirk Tübingen, welcher ebenfalls in beiden Jahren, jedoch mässiger (1887 — zweite und 1888 — dritte Stufe der Bezirkskarten) verseuchte, fällt die Hauptzahl der vorgekommenen Seuchenfälle auf die oben S. 180 schon genannte Gemeinde Dusslingen, doch sind im Uebrigen ausser der Stadt Tübingen, in welcher sich eine sehr grosse Wildhautgerberei befindet, und deren nächster Umgebung auch nur wenige Gemeinden betroffen.

Nur in einem Jahre in höherem Maasse verseucht waren die Bezirke Reutlingen (1888 — vierte Stufe), Nürtingen, Calw (1887 — je zweite Stufe) und Rottweil (1888 — zweite Stufe).

In der Oberamtsstadt Reutlingen befinden sich bei einem verhältnissmässig kleinen Viehbestand zahlreiche Wildhautgerbereien und auch

grössere Hautlager. Die Milzbrandfälle vertheilen sich im Bezirk Reutlingen in beiden Jahren in der Hauptsache auf die Stadt Reutlingen und auf die beiden im Echazthale flussabwärts von Reutlingen gelegenen Gemeinden. Nur im Jahre 1888 kamen ausserdem noch vereinzelte Fälle in an die Oberamtsstadt grenzenden Gemeinden vor. In der am meisten befallenen, im Echazthale gelegenen Gemeinde Betzingen war der Wasserstand nach den Berichten des Oberamtsthierarztes von Mitte Juni des Jahres 1888 an in Folge der anhaltenden Regen ein sehr hoher; ob es in jener Zeit zu einer förmlichen Ueberschwemmung auf der Betzinger Markung gekommen ist, ist aus den Berichten leider nicht bestimmt zu ersehen. Bemerkenswerth ist, dass ca. 80 Procent von den im Jahre 1888 im Bezirk Reutlingen vorgekommenen Milzbrandfällen in der Zeit von Mitte Juni bis December aufgetreten sind, während nur etwa 20 Procent der Seuchenausbrüche auf die Zeit von Januar bis Mitte Juni fallen.

Der Bezirk Nürtingen zeigt in beiden Jahren ebenfalls eine gewisse Uebereinstimmung in der Vertheilung der Seuchenfälle. In beiden Jahren wurde die Oberamtsstadt Nürtingen, in welcher ca. 12 Gerber mit der Verarbeitung von Wildhäuten sich befassen, und die flussabwärts von ihr gelegene Gemeinde Oberbvihingen betroffen. Während im Jahre 1888 nur noch ein einzelner Fall in einer Nachbargemeinde vorkam, waren im Jahre 1887 in einer weiter entfernten Gemeinde mehrere Fälle zu verzeichnen. Diese weiter betroffene Gemeinde, Neckartenzlingen, ist aber wieder eine solche, welche ein Flussgebiet (Erms), in dem flussaufwärts zahlreiche Wildhautgerbereien (Mezingen) sich befinden, umfasst.

Im Uebrigen sind im Schwarzwaldkreise, abgesehen von der schon auf S. 180 angeführten Gemeinde Gärtringen O./A. Herrenberg, keine bedeutenderen Seuchenherde mehr vorhanden, es handelt sich sonst nur noch um wenige, meist vereinzelte Seuchenausbrüche. Aber auch in der Vertheilung dieser Fälle kann bei näherer Betrachtung der Karten das erwähnte Verhältniss zur Lage von Gerbereien mehrfach beobachtet werden.

Im Neckarkreis verseuchten in beiden Jahren in hervorragenderem Maasse die Bezirke Marbach (1887 — dritte und 1888 — fünfte Stufe) und Backnang (1887 — zweite und 1888 — dritte Stufe).

In dem verhältnissmässig am stärksten verseuchten Bezirke des Landes, in dem Oberamt Marbach, fallen weitaus die meisten Fälle auf die im Murrthale gelegenen Gemeinden, welche beinahe alle vom Milzbrand betroffen wurden. Weiter ist die nach der Einmündung der Murr in den Neckar an dem letzteren gelegene Gemeinde des Bezirkes in beiden Jahren ebenfalls mässig verseucht und im Jahre 1888 sind auch zwei weitere dort liegende Gemeinden des Bezirkes Ludwigsburg

noch betroffen worden. In den nicht im Murrthale gelegenen Gemeinden des Oberamtes Marbach kamen aber, abgesehen von einer mit ihrer Markung noch in die Neckarebene hineinreichenden Gemeinde, nur noch wenige und vereinzelte Fälle vor. Das Murrthal war nach dem oberamtsthierärztlichen Jahresberichte pro 1887 Ende Mai und Anfangs Juni 1887 überschwemmt; die Seuchenfälle traten erst vom September 1887 an auf. Weiter ist auch in den meisten Fällen ermittelt worden, dass die betroffenen Thiere kurz vor ihrer Erkrankung noch Futter von den überschwemmten Wiesen erhalten hatten. Die von dem dermaligen Oberamtsthierarzt Hofstadt seither bei jedem vorkommenden Falle angestellten Erhebungen ergaben in der Mehrzahl der Seuchenausbrüche dasselbe. Wildhautgerbereien befinden sich nun zwar in dem Bezirke Marbach nicht, doch ist flussaufwärts an der Murr in nächster Nähe die grösste Gerberstadt des Landes, die Oberamtsstadt Backnang mit über 100 Gerbereien, in denen grosse Mengen sogenannter Wildhäute (jährlich etwa eine Million) verarbeitet werden, gelegen.

Im Bezirke Backnang selbst vertheilen sich die zahlreichen Milzbrandfälle in beiden Jahren, abgesehen von wenigen vereinzelten Fällen, auf die Stadt Backnang und die weitere Gemeinde, in der Wildhäute gegerbt werden. In Backnang sind ausser den Wildhautgerbereien auch grosse Hautlager. Auch Oberamtsthierarzt Haefele-Backnang hat nach seinem Jahresberichte pro 1886 die Beobachtung gemacht, dass der Milzbrand hauptsächlich in Ställen auftrat, welche früher als Wildhautmagazine gedient hatten, und dass die Krankheit auch vorzugsweise die Viehbestände von Gerbern ergriff.

Nur in einem Jahre und zwar im Jahre 1888 verseuchten im Neckarkreis in höherem Grade die Oberämter Böblingen (dritte Stufe) und Neckarsulm (zweite Stufe der Bezirkskarten).

Im Bezirk Böblingen kamen die meisten Fälle im Würmbachthale vor, im Uebrigen wurde nur noch die Oberamtsstadt stärker betroffen. Im Würmbachthale wurden zwar im Jahre 1888 keine Wildhäute mehr verarbeitet, doch geschah dies in den Jahren vorher in dem oberhalb der betroffenen Gemeinde gelegenen Orte. Ueber die Aetiologie der Milzbrandfälle in der Oberamtsstadt ist nichts bekannt.

Für den Bezirk Neckarsulm ist erwähnenswerth, dass im Jahre 1888 nur solche Gemeinden betroffen worden sind, welche im Kocher-, Jagst- oder Neckarthale liegen.

Im ganzen Neckarkreis ist ausserdem nur noch eine Gemeinde und zwar Waldenbuch im Amtsoberamt Stuttgart in einem Jahre (1887) in höherem Grade verseucht. Die Seuche ist dort schon seit längerer Zeit

alljährlich aufgetreten, der erste Fall soll jedoch ebenfalls in einer früheren Gerberei vorgekommen sein.

Weiter sind im Neckarkreis nur noch vereinzelte Fälle bekannt geworden, aber auch diese kamen vielfach im Rayon von Wildhautgerbereien vor.

Aehnliche Verhältnisse bietet auch der Jagstkreis. In beiden Jahren verseuchte dort, abgesehen von Mergentheim, in hervorragender Weise nur Crailsheim (dritte Stufe der Bezirkskarten). In diesem Bezirk sind in besonderem Maasse die Stadt Crailsheim, in welcher verschiedene Wildhautgerbereien betrieben werden, und die jagstabwärts von Crailsheim gelegenen Gemeinden betroffen worden. Der Milzbrand hat jedoch auch in einigen anderen Orten des Bezirkes, und wie es scheint dauernd Boden gefasst, in Orten, welche ihrer Lage nach von Wildhautgerbereien nicht beeinflusst werden können, es wäre denn, dass in ihnen Haardünger zur Verwendung kommt.

Nur in einem Jahre und zwar im Jahre 1888 kamen als stärker verseucht hinzu die Bezirke Gerabronn, Künzelsau, Heidenheim und Ellwangen (sämmtlich zweite Stufe). In Gerabronn und Künzelsau sind verschiedene im Jagstthale unterhalb Crailsheim, wo auch noch einzelne Wildhautgerbereibetriebe eingestreut sind, gelegene Gemeinden betroffen worden; ferner sind im Bezirk Gerabronn einzelne Gemeinden im Vorbachthal, wo ebenfalls einzelne Gerbereien sich befinden, und im Bezirk Künzelsau einzelne Gemeinden im Kocherthale verseucht. Weiter ist im Bezirk Heidenheim in beiden Jahren nur die unterhalb der Gerbereien in Giengen an der Brenz gelegene Gemeinde Hermaringen befallen. Auf den Bezirk Ellwangen ist schon auf S. 180 hingewiesen worden.

Im Uebrigen liegen auch in den weniger betroffenen Bezirken, wie die angeschlossenen Karten ergeben, die Verhältnisse vielfach ganz ähnlich.

In dem den grössten Viehstand aufweisenden Donaukreis, in welchem die Wildhautgerberei nur wenig betrieben wird, ist die Zahl der vorgekommenen Milzbrandfälle eine verhältnissmässig geringe. Als interessant ist hier hervorzuheben die Vertheilung der Milzbrandfälle im Bezirk Kirchheim, die stärkere Verseuchung verschiedener an der Donau gelegener Gemeinden und endlich noch die Verbreitung der Seuche im Bezirk Leutkirch.

Aus den beigegebenen kartographischen Uebersichten ist demnach zu ersehen, dass innerhalb der verhältnissmässig am stärksten verseuchten Bezirke namentlich wieder solche Gemeinden in höherem Maasse vom Milzbrand betroffen worden sind, in welchen die Wildhautgerberei in grösserem Umfang betrieben wird, oder solche, welche flussabwärts von Gerberorten liegen; in beiden Jahren zeigten sich auch so ziemlich die-

selben Gemeinden als am stärksten verseucht. In der Nachbarschaft von Gerberorten waren Milzbrandfälle ebenfalls nicht selten, in Orten aber, welche zu Wildhautgerbereien in gar keiner Beziehung stehen, sind auch, abgesehen von wenigen Ausnahmen, in der Regel nur vereinzelte Fälle vorgekommen.

Bei dieser Sachlage erscheint denn im Hinblick auf das Ergebniss der von Hrn. Medicinalrath Dr. Rembold mitgetheilten Erhebungen und Untersuchungen und bei dem Umstand, dass die alljährliche Einfuhr von sogenannten Wildhäuten eine ganz bedeutende ist und dass bei der Art des Gerbereibetriebes und vielleicht auch der Verwendung der Gerbereiabfälle eine Reihe von Möglichkeiten für die Verschleppung an den Wildhäuten etwa haftender Milzbrandsporen gegeben ist, sowie in Berücksichtigung der von verschiedenen Oberamtsthierärzten gemachten, oben angeführten Beobachtungen die Annahme nicht unbegründet, dass der Wildhautgerberei ein wesentlicher Einfluss auf die Verbreitung des Milzbrandes in Württemberg zukommt und dass in dem umfangreichen Betriebe der Wildhautgerberei die Hauptursache des häufigen Vorkommens des Milzbrandes in Württemberg zu suchen ist.

Da es bei der Natur der Sache wohl überhaupt nicht möglich sein wird, die Ursache der häufigen Milzbrandausbrüche in Württemberg mit absoluter Sicherheit festzustellen, so dürfte dem Ergebniss meiner Erhebungen, das wenigstens einen hohen Grad von Wahrscheinlichkeit für sich hat, doch immerhin ein gewisser Werth beizulegen sein.

Untersuchungen über einige Bacteriengattungen mit Mycelien.

Von

Ernst Almquist,
erstem Stadtarzt in Göteborg.

(Hierzu Taf. VI.)

Cohn hat im Jahre 1875 das Genus Streptothrix beschrieben und folgendermassen charakterisirt: „filamenta leptotrichoidea tenerrima achroa non articulata stricta vel anguste spiralia, parce ramosa". Die betreffende Pflanze ist in Concrementen des menschlichen Thränencanals gefunden. Culturversuche gelangen Cohn nicht. Er behauptet ausdrücklich, dass die betreffenden Fäden an Pilzmycelien erinnern und in mehr oder weniger kleine Stücke zerfallen, die mitunter kurz, oft aber 50 Mikrom. und darüber lang sind.[1] Diese merkwürdige Pflanze ist, soviel ich weiss, nachher nicht näher studirt.

Cohn hält seine Streptothrix für eine Bacterie. Die Begrenzung dieser Classe ist zur Zeit nicht möglich zu machen. Brefeld schliesst seine eben erschienene Uebersicht über das natürliche System der Pilze mit der Bemerkung ab, dass die Spaltpilze ungenügend gekannte Formen bilden, die im Systeme am besten den Fadenpilzen nachgestellt werden.[2] Unter solchen Verhältnissen halte ich es für berechtigt, so wie Cohn es gethan, die Streptothrixgattungen mit dem Namen Bacterien zu belegen.

Die Studien derjenigen Pilzformen, die auf der Grenze zwischen Fadenpilzen und Spaltpilzen stehen, bieten ein grosses Interesse. Nach

[1] *Untersuchungen über Bacterien.* II. S. 204 u. 187. *Beiträge zur Biologie der Pflanzen.* Bd. I. Hft. 3.

[2] *Untersuchungen aus dem Gesammtgebiete der Mykologie.* Hft. VIII. S. 274.

dem Erscheinen der angeführten Untersuchungen von Brefeld bekommen sie ein noch höheres Interesse, sie liegen jetzt so zu sagen in der Luft. Wenn dieselbe Pilzgattung manchmal als ein verzweigtes, ungegliedertes Mycelium und unter anderen Verhältnissen bacillenähnlich auftreten kann, so wäre das ein wichtiges Moment, um die Stellung der Spaltpilze zu anderen Pilzen und die morphologische Bedeutung der gewöhnlichen Spaltpilzformen beurtheilen zu können.

Derartige Pflanzen bieten nach meiner Ansicht nicht nur ein botanisches, sondern auch ein hygienisches Interesse dar. Alles, was dazu beiträgt, die verschiedenen morphologischen Gestaltungen und Lebensverhältnisse der Bacterien zu beleuchten, hat auch Werth für Beurtheilung der pathogenen Mikroorganismen. Besonders will ich hier hervorheben, dass es gar viele Beobachtungen über die Verschleppungsart der ansteckenden Krankheiten giebt, die durch unsere Kenntnisse über die Eigenschaften der Bacterien noch nicht erklärt worden sind. Es ist berechtigt, die vermissten Erklärungen in den Lebensbedingungen und ungleichen Wachsthumsformen der Contagien zu suchen.

Vorliegende Untersuchung beabsichtigt, drei Bacteriengattungen zu beschreiben, die zu dem Genus Streptothrix gehören und die ich dieses Jahr in Göteborg angetroffen und cultivirt habe.

Bevor ich zu der Untersuchung schreite, sage ich hier meinen besten Dank dem Herrn Dr. Olav Johan-Olsen aus Christiania, der mir über die von Dr. Brefeld ausgearbeiteten Methoden Auskunft gegeben und bei vorliegender Arbeit mehrmals guten Rath ertheilt hat.

1. Streptothrix sp.

Letzten Winter von mir in einer alten Gelatinecultur eines unbekannten Bacillus angetroffen. Die Cultur war vorher rein gewesen. Beim Antreffen der Streptothrix war die Gelatine gänzlich zerflossen. In der Flüssigkeit schwammen dann zahlreiche, makroskopisch wahrnehmbare Flocken, die mit der Pincette zu greifen waren. Es zeigte sich unter dem Mikroskop, dass die Flocken von einem Wirrwarr feinster Fäden bestanden. Der Faden hatte bedeutende Länge, erreichte aber in der Breite längst nicht 1 Mikrom., er war ungegliedert und deutlich mit echten Verzweigungen versehen. Ich hatte somit eine Streptothrix vor mir.

Durch Plattengiessen wurde das Mycel recht leicht von dem genannten Bacillus isolirt; es ist nachher von mir mehr als ein halbes Jahr rein gezüchtet worden. Um die Eigenschaften der interessanten Pflanze vielseitig zu beleuchten, habe ich abwechselnde Culturmethoden versucht. Dabei habe ich Methoden von Koch, Brefeld und Pasteur gleichzeitig be-

nutzt, ich habe die Pflanze in Nährgelatine, Agar-Agar, Bouillon, Bierwürze, Brod, Kartoffel, Mist u. s. w. gezüchtet und dieses sowohl bei Zimmertemperatur wie bei 35° C.

In gewöhnlicher Fleischbrühe wächst das Mycelium rasch und bald findet man darin mehrere kleine Flocken, die bis zu einer Grösse von 1 cm auswachsen können. Ich habe dabei eine Erlmeyer'sche Kolbe oder am liebsten eine nach Pasteur (matras) benutzt. Die Flocke sieht bei einer Vergrösserung von 200 mal nur wie ein Wirrwarr feinster Fäden von denen man den einzelnen nicht oder nur mit Schwierigkeit unterscheiden kann (Fig. 1). Bei 1000facher Vergrösserung tritt der Faden deutlich hervor, er ist ungegliedert, also nicht in kürzere Zellen eingetheilt, er hat zahlreiche echte, niemals unechte Verzweigungen. Gewöhnlich wächst er gerade oder leicht gebogen, nicht selten aber spiralförmig gekrümmt. Ich habe sogar Endzweige getroffen, die ganz schraubenförmig geringelt waren (Fig. 7). Die Länge des Fadens ist beträchtlich, wahrscheinlich bis zu Hunderten von Mikrom. gehend; die Breite dagegen ist sehr unbedeutend, sie wechselt viel, von unmessbarer Zartheit bis zu etwa $^1/_2$ Mikrom. Im Allgemeinen scheint die Breite etwa $^1/_3$ Mikrom. auszumachen (s. Fig. 2 bis 6). Auf diese Art in einem tiefen Lager von Bouillon gezüchtet, bildet der Faden sowohl bei Zimmertemperatur wie bei 35° C. nur das beschriebene Mycelium, dabei habe ich kaum je deutliche Fruchtbildung angetroffen. Dagegen findet man oft am Faden die kürzesten feinsten Zweige, die wie Nadelspitze aussehen, und manchmal auch Bildungen, die wahrscheinlich Oel enthalten (Fig. 6).

In einer seichten Flüssigkeit cultivirt, entwickelt sich etwas ganz Neues. Ich habe einige Tropfen Bouillon in eine Pasteur'sche Kolbe, in ein liegendes Reagirglas, auf einen Objectträger gegossen und darin ein Mycel gelegt. In wenigen Tagen erschien dann eine Art von Fructification. Ich will hier einen concreten Fall beschreiben. Den 1. Mai wurde ein etwa $^1/_2$ cm grosses Mycel in ein Paar Tropfen Bouillon auf einen Objectträger gelegt und das Ganze bei Zimmertemperatur vor Verunreinigung und Abdunstung geschützt hingestellt. In den folgenden Tagen nimmt das Mycel etwas, aber nicht beträchtlich an Ausbreitung zu. Den 5. Mai ist die ganze Oberfläche weiss geworden, aus dem Mycel haben sich nämlich eine Menge Luftfäden entwickelt, die eine dicht verflochtene Masse bilden. Die Luftfäden zeigen bei hoher Vergrösserung echte Verzweigung und starken Glanz; noch sah ich sie nicht in kleine Zellen getheilt. Den 7. Mai waren die Luftfäden gänzlich in kleine, fast runde oder kubische Zellen eingetheilt (Fig. 8). Auf der Oberfläche der Kruste zeigten sich feine Oeltröpfchen, theilweise so gross, dass ich sie in ein Capillarrohr aufnehmen konnte. In kurzer Zeit ist der Tropfen

und seine Kanten ganz voll von kleinen, neugebildeten Mycelien, die bald wieder eine Kruste bilden.

Die fertig gebildete Kruste steht lange sichtbar unverändert. Manchmal zerfällt ihre Oberfläche breiartig, die Farbe ändert sich dann von kreideweiss zu grau und bräunlichgrau. Der Brei besteht aus kurzen Zellen, vereinzelt oder noch zusammenhängend. Eigenthümliche Bilder bieten im Mikroskope die von Oel umgebenen Fäden und Kleinzellen. Das Oel hat sie so gut umgeben, dass sie auf Flüssigkeiten schwimmen und nur mit Schwierigkeit benetzt werden können.

Auf Agar-Agar wächst die Pflanze überhaupt unsicher. In frisch bereiteten Röhren habe ich sie nicht zum Wachsen bringen können. Auf fast trockenem Agar-Agar habe ich ein paar Mal bei Zimmerwärme und bei 35° C. mit Erfolg gezüchtet. Das Mycel wuchs dann langsam. Sowohl makroskopisch wie mikroskopisch entstanden neue Bilder, die ich ein anderes Mal eingehend beschreiben will. Hier nur einige Andeutungen. Die Figg. 9 und 10 geben Abbildungen aus solchen Vegetationen, so wie sie sich bei 1000 maliger Vergrösserung zeigen. In Fig. 9 finden wir ein Mycel, das sehr fein ist und bei dem gewisse kurze Zweige dick geworden und in kleine Zellen eingetheilt sind. Die Grösse dieser Kleinzellen ist recht verschieden, manchmal sind sie so, wie bei der Abbildung, ganz klein, manchmal grösser. In einem auf dem Agar-Agar bei Zimmertemperatur entwickelten, trockenen Brei fand ich kürzere Zellen von vielen Formen. Fig. 10 giebt einige Exemplare davon wieder. Wir sehen dort recht lange, bis zu 1 Mikrom. breite Bacillen nebst kleinen ovalen Zellen. Einige sind stark glänzend, andere von mattem Aussehen.

Die in den Luftfäden gebildeten kürzesten Zellen, die nach Brefeld den Namen Oidien oder auch Oidiensporen tragen können, habe ich recht oft zum Auskeimen gebracht. Dieses gelingt leicht in einem Tropfen Bouillon auf einem offenen, vor Verunreinigung und Abdunstung geschützten Deckgläschen oder auf einem ausgeschliffenen Objectträger in dem hängenden Tropfen. Nach etwa 40 Stunden traf ich die Keimung so fortgeschritten wie in Figg. 2 und 3. Bald darauf war der Faden schon verzweigt (Fig. 4).

Auf eine Platte gegossen, entwickelt sich in einigen Tagen in der Gelatine das Mycelium in rundlichen Colonieen, die zuletzt etwa $^1/_2$ cm im Durchmesser betragen. Die Luftfäden kommen darin nicht gut zur Entwickelung, und nur selten und gewöhnlich ärmlich bilden sich die weissen Krusten auf der Oberfläche. Die Gelatine zerfliesst nicht gleich. In Stichcultur in Gelatine wächst das Mycel sowohl beim Stiche wie unter der Oberfläche recht üppig. Allmählich zerfliesst die Gelatine stark.

Krusten können sich auf der Oberfläche bilden, obgleich selten mehr regelmässig und ausgebreitet.

Auf sauer reagirendem Brod cultivirt, scheint das Mycel keine Kruste zu bilden. Auf Brod, von alkalisch reagirender Bierwürze durchtränkt, wächst das Mycel gut und bildet dabei ausgebreitete Krusten. Die Unterlage wird dabei fast schwarz. Das Mikroskopische dieser Vegetationen habe ich noch nicht endgültig sichergestellt.

Auf sterilisirtem Kuhmist und anderem Unrath bildet das Mycel leicht die weisse Kruste, die bald von zahlreichen kleinen neugebildeten Krusten umgeben wird.

Der Faden sowohl wie die Oidien färben sich sehr leicht mit Anilinfarben. Wirkliche Doppelfärbungen sind mir nicht gelungen. Der Geruch der Pflanze ist schwach schimmelig.

Hier habe ich also eine Pflanze studirt, die bald als verzweigtes einzelliges Mycel, bald fast bacillenähnlich auftreten kann. Die bacillenähnlichen Formen können sich ganz einfach durch Eintheilung des Fadens in kürzere Zellen bilden, diese müssen nach Brefeld Oidien genannt werden. Einige von diesen Oidien sind äusserst klein, von gleicher Grösse und auf eine bestimmte Art keimend, sie können mit vollem Recht Sporen, Oidiensporen genannt werden.

2. Streptothrix sp.

Den 31. Mai d. J. obducirte ich einen 20 Stunden vorher in Cerebrospinalmeningitis verstorbenen Artilleristen, der an dieser Krankheit zwei Wochen gelitten hatte. Die Leichenbefunde im Gehirn waren die für die genannte Krankheit typische. Platten wurden gegossen erstens aus Eiter von der Gehirnbasis, zweitens aus einigen Tropfen von der reichlich vorhandenen Flüssigkeit in den Gehirnventrikeln. In den Platten wurden drei Bacterienarten gefunden: ein grosser Micrococcus, ein Proteus und eine Streptothrix, die letztgenannte nur in einer Colonie.

Die genannte Colonie bildete in wenigen Tagen auf der Oberfläche der Gelatine eine stark convexe, kreideweisse Kruste, die recht dick war und etwa $^1/_2$ cm im Durchschnitt betrug. Von ihr wurden neue Platten gegossen und Stichculturen gemacht. In allen Gelatineculturen bekam ich dieselben weissen, bis zu halbsphärischer Form convexen, dicken Krusten. Ihr Durchmesser beträgt auf der Oberfläche der Gelatine bei dicht stehenden Krusten ein paar Millimeter; da sie mehr vereinzelt vorkommen, werden sie bis zu centimetergross. Auch längs der Stiche wuchert die Pflanze üppig. Allmählich zerfliesst die Gelatine. Bald bilden sich kleine Oeltropfen. Die Kruste bleibt lange Zeit scheinbar unver-

ändert, beim Alter wird sie mehr flach, sogar etwas concav. Ihr Geruch ist sehr stark schimmelig.

Auf Agar-Agar wächst die Pflanze schnell und üppig sowohl bei Zimmertemperatur wie bei 35° C. Dabei entwickeln sich eine Menge kleinere und grössere weisse Krusten, die miteinander theilweise zusammenfliessen.

In Fleischbrühe in einer Pasteur'schen Kolbe vermehrt sich das Mycel und bald haben sich eine Menge von Flocken gebildet. Auf der Oberfläche bilden sich nicht selten fliessende, dünne Krusten, die sogar recht gross werden können und dann ein runzeliges Aussehen bekommen.

Das Mycel besteht deutlich aus ungegliederten Fäden mit echten Verzweigungen. Der Faden ist dicker als derjenige der oben beschriebenen Streptothrix und beträgt im Allgemeinen ungefähr $^1/_2$ Mikrom.; die Breite variirt etwa zwischen $^1/_3$ bis zu 1 Mikrom. Die Länge des Fadens ist höchst beträchtlich, wahrscheinlich manchmal mehrere Hunderte Mikrom.

Die Verzweigungen sind zahlreich vorhanden. Im Uebrigen verweise ich auf Fig. 11, welche die Entwickelung und das Aussehen des Mycelfadens darstellt. Fig. 12 stellt ein kurzes Fadenstück dar, das eine recht oft angetroffene Verzweigungsart darstellt: ein Fadenstück wird manchmal dicker und die Zweige gehen aus ungefähr so wie bei Keimung der Spore.

Die weisse Kruste wird von Luftfäden gebildet. Diese theilen sich rasch in kleine ovale oder kubische Zellen (Fig. 13). Bald besteht die ganze Kruste aus vereinzelten oder noch mehr oder weniger zusammenhängenden Kleinzellen. Diese Zellen sowie der Faden sind äusserst leicht mit Anilinfarben zu färben.

In einem hängenden Tropfen von Bouillon ist es leicht, die Keimung der eben behandelten Zellen oder Sporen zu verfolgen. Schon nach zwei Tagen sieht man in Zimmerwärme einen neuen verzweigten Faden gebildet. Gewöhnlich sprossen auf dem einen spitzen Ende der ovalen Spore zwei Schläuche hervor, manchmal eine aus jedem Ende. Wenn ich nicht fehlerhaft beobachtet, so können manchmal drei und sogar vier Schläuche aus derselben Spore sprossen, im letzten Falle zwei aus jedem spitzeren Ende (s. Fig. 11). Oftmals verzweigt sich der Faden gleich nach dem Auskeimen, immer bilden sich Zweige bald danach. Schon nach drei Tagen habe ich im hängenden Tropfen in die Luft sich ausstreckende Zweige gefunden. Diese sehen immer stark glänzend aus, besonders im Vergleich mit den in die Flüssigkeit eingetauchten. Nach noch ein paar Tagen haben sich die Luftfäden in kurze Zellen oder Sporen getheilt. Zuletzt sieht man die meisten eingetauchten Zweige undeutlich hervortreten, die hauptsächlichste Vegetation ist in Luftfäden aufgegangen. Nunmehr steht das Wachsthum still.

Auf Brod wächst das Mycel auch zu der oben beschriebenen Kruste aus. Da ich alle Entwickelungsstadien der Bacterie sicher ermittelt, werde ich untersuchen, ob eines derselben pathologische Wirkung hat.

3. Streptothrix sp.

Diese Gattung habe ich einige Male bei Untersuchung des Wassers in unseren beiden Wasserleitungen, das erste Mal im August d. J., angetroffen. Die eine Wasserleitung giebt ein sandfiltrirtes Seewasser, die andere ein unterfiltrirtes Quellenwasser. Beide enthalten im Cubikcentimeter nur wenige bis zu ein paar Dutzende in Gelatine auskeimende Samen. Da die Gelatineplatte eine bis zwei Wochen gestanden, fand ich auf der Platte runde Colonieen, die bis zu $^1/_2$ cm im Durchschnitt waren. Die Mitte der Colonie ragt etwas aus der Gelatine heraus; die Oberfläche ist schwach convex oder nabelförmig, ihre Farbe etwas weisslich.

In Gelatine wächst diese Gattung auch bei Stichcultur. Dabei bilden sich längs dem Stiche üppig wachsende Flocken, die radiär vom Stiche ausstrahlen. Ueber dem Stiche bildet sich auf der Oberfläche der Gelatine eine sehr dünne, runzelige Kruste von weisslicher Farbe, die ich bis zu Centimetergrösse ausgewachsen gesehen habe. Die Gelatine verflüssigt nicht.

Auf Agar-Agar wächst das Mycel sehr üppig und rasch. Es bilden sich dabei sowohl bei Zimmertemperatur wie bei 35 ° C. über das Mycelium eine dünne weissliche Kruste, die über grosse Flächen verbreitet vorkommt.

Die weisse Kruste war in allen Culturen sehr dünn, bei Ueberstreichen mit Flüssigkeit verschwand gleich die weisse Farbe. Die Luftfäden der Gelatineculturen habe ich noch nicht in kleine Zellen getheilt gefunden, obgleich ich derartige Culturen mehrere Wochen nach einander untersucht habe.

Das Mycel besteht aus feinen Fäden, ungefähr von demselben Aussehen wie bei den früher beschriebenen Gattungen. Die Breite des Fadens ist zwischen diesen beiden. Die kurzen Zweige, die zahlreich zwischen den längeren vorkommen, und so zu sagen mittelst eines schmalen Stieles mit dem Faden verbunden sind, fallen sehr in die Augen (s. Fig. 14).

Oelbildung habe ich nicht bemerkt. Geruch von Brodculturen etwa wie von Aepfeln.

Die drei jetzt beschriebenen Gattungen sind einander sehr ähnlich, wenigstens was das Mycel betrifft. Sie sind doch leicht zu trennen und bilden ohne Zweifel gut getrennte Species. Die besten Charaktere, die ich bis jetzt ermittelt, sind die folgenden:

Species Nr. 1. Keine oder gewöhnlich nur eine unbedeutende Krustenbildung beim Wachsen in Gelatine; die entwickelte Kruste recht dick, kreideweiss, ziemlich eben, mit Oeltropfen belegt; feinste Mycelfäden; Luftfäden zerfallen bald in Oidiensporen; deutlicher Schimmelgeruch; unsicheres Wachsthum auf Agar-Agar.

Species Nr. 2. Die Gelatinecultur bildet immer auf der Oberfläche eine kreideweisse, sehr dicke Kruste, die convex bis zu halbkugelförmig aufragt; Mycelfäden gröber als bei Nr. 1; rasche Oidiensporenbildung in den Luftfäden; sehr starker Schimmelgeruch; üppiges Wachsthum auf Agar-Agar.

Species Nr. 3. Auf Gelatine eine dünne, weissliche Kruste, deren Oberfläche schwach convex, nabelförmig oder gerunzelt ist und deren Luftfäden nicht in Oidiensporen zerfallen; feiner Geruch; üppiges Wachsthum auf Agar-Agar; verflüssigt nicht die Gelatine.

Zuletzt will ich darauf aufmerksam machen, dass ich oben zwei Bacteriengattungen behandelt habe, welche die nöthigen Bedingungen besitzen, um aus einer Flüssigkeit in die Luft hinaufzukommen. Die in Sporen zerfallenden Luftfäden sind so mit Oel überzogen, dass sie von Wasser nicht oder nur schwerlich benetzt werden, und also mit Leichtigkeit vom Winde zu neuen Brutstätten transportirt werden können.

October 1889.

Erklärung der Abbildungen.

(Tafel VI.)

Fig. 1 ist bei 200maliger Vergrösserung, alle übrigen bei 1000maliger gezeichnet. Fig. 1—3 und 5—8 sind nach trockenen und gefärbten Bildern, die übrigen nach lebendigen Exemplaren gezeichnet.

Fig. 1—10 Streptothrix sp. Nr. 1.

Fig. 1. Ein Segment von einem rundlichen Mycelhaufen, gefärbt.

Figg. 2 und **3.** Keimende Oidiensporen, ungefähr 40 Stunden alte Culturen.

Fig. 4. Ein junger Mycelfaden mit echten Verzweigungen.

Fig. 5. Ein älterer Mycelfaden.

Fig. 6. Ein älterer Faden mit kleinsten nadelförmigen Zweigen und (wahrscheinlich) Oelbildung.

Fig. 7. Korkzieherähnliche Fäden: *a* Endfaden eines gewöhnlichen Mycelfadens, *b* Luftfaden ungetheilt, *c* Luftfaden in Oidien zerfallen.

Fig. 8. In Oidien eingetheilte Luftfäden, einige im Zerfall begriffen.

Fig. 9. Auf Agar-Agar bei 35° C. gezüchtetes Mycelium. Die Fäden sind grösstentheils äusserst fein und wie im Absterben. Zahlreiche kurze, sehr verdickte Zweige, die mehr oder weniger deutlich in Oidien getheilt sind. Häufige freigewordene dicke Aeste im selben Präparat.

Fig. 10. Auf Agar-Agar bei Zimmertemperatur cultivirtes Mycelium. Zellen aus dem dabei gebildeten Brei: *a* ungleich grosse, glänzende, stark lichtbrechende, *b* kleine ovale von mattem Aussehen.

Fig. 11—13 Streptothrix sp. Nr. 2.

Fig. 11. 2- bis 3-tägige Cultur im hängenden Tropfen. Keimende Oidiensporen und Bildung des Mycelfadens. Aus jeder Spore 1 bis 3 Schläuche. *a* Spore, *b* Sporenkette, bei der nur eine Spore ausgekeimt.

Fig. 12. Stück eines Mycelfadens, eine Art der Verzweigung, sowie nadelförmige, kleinste Aestchen zeigend.

Fig. 13. Luftfaden in Oidien getheilt. *a* ein eingetauchter, äusserst schmaler Faden. Im hängenden Tropfen gezeichnet.

Fig. 14 Streptothrix sp. Nr. 3.

Fig. 14. Mycelfäden.

[Aus dem hygienischen Institut der Universität Berlin.]

Untersuchungen über die Sporenbildung der Milzbrandbacillen in verschiedenen Bodentiefen.

Von

Dr. med. **S. Kitasato**
aus Tokio.

Ueber das Wachsthum der wichtigsten pathogenen Mikroorganismen in verschiedenen Bodentiefen sind schon von C. Fränkel ausführliche Untersuchungen angestellt worden.[1] Ferner hat E. v. Esmarch mit verschiedenen pathogenen Mikroorganismen unter anderen auch in verschiedenen Bodentiefen eingehende Versuche gemacht.[2] Meine Untersuchungen beschränkten sich darauf, festzustellen, zu welchen Jahreszeiten die Milzbrandbacillen in verschiedenen Bodentiefen Sporen bilden, denn darüber hat bis jetzt noch Niemand, so viel ich weiss, Versuche ausgeführt, obwohl dieselben doch in mancher Beziehung wichtig zu sein scheinen.

Ich habe meine Versuche am 2. Januar 1889 angefangen und am 31. December desselben Jahres geschlossen, also ein ganzes Jahr durchgeführt.

Zu diesem Zwecke wurden ein gemauerter Kesselbrunnen, welcher sich im Hofe des hiesigen hygienischen Instituts befindet und dessen Beschreibung von C. Fränkel seiner Zeit gegeben worden ist,[3] ferner im Hofe des Hygiene-Museums befindliche, mit Bodenthermometern versehene Bodenröhren benutzt, deren Tiefe $^1/_2$, 1, $1^1/_2$, 2 und $3^1/_2$ ^{m} beträgt.

---

[1] C. Fränkel, Untersuchungen über das Vorkommen von Mikroorganismen in verschiedenen Bodenschichten. *Diese Zeitschrift.* Bd. II. S. 521—582.

[2] E. v. Esmarch, Das Schicksal der pathogenen Mikroorganismen im todten Körper. *Ebenda.* Bd. VII. S. 1—34.

[3] Siehe oben. S. 578.

Es wurde für jeden Versuch eine Maus mit Milzbrand inficirt, und nachdem sie an Milzbrand gestorben war, unter allen Cautelen von ihrem Herzblut mit Platindraht in Reagensgläser mit Nährgelatine oder -Agar verimpft und die so präparirten Reagensgläser in verschiedene Tiefe des oben erwähnten Brunnens bez. der Bodenröhren gebracht. Zur Controle wurde jedes Mal eine Cultur bei Zimmertemperatur gehalten, in welcher nach einigen Tagen stets eine Reincultur von Milzbrandbacillen wuchs. Unter diesen Umständen war anzunehmen, dass das Herzblut nur Milzbrandbacillen und keine Sporen enthielt. Die Erneuerung der Culturen wurde jede zweite oder dritte Woche vorgenommen.

Die Resultate sind in folgender Tabelle enthalten.

Jahreszeiten 1889	$^1/_2$ m tief	1 m tief	$1^1/_2$ m tief	2 m tief	$3^1/_2$ m tief
Januar . .	2·3—2·6° C. —	3·7—4·2° C. —	5·2—5·5° C. —	5·5—6·0° C. —	8·2—8·6° C. —
Februar . .	1·2—1·5° —	2·3—2·5° —	3·4—3·7° —	4·0—4·5° —	7·5—7·8° —
März . . .	1·4—1·5° —	2·0—2·3° —	2·8—3·0° —	3·2—3·5° —	6·5—6·8° —
April . . .	4·0—4·3° —	4·2—4·5° —	4·4—4·8° —	5·0—5·5° —	6·3—6·5° —
Mai . . .	9·8—13·8° —	7·8—11·7° —	6·8—10·3° —	6·5—9·0° —	6·7—7·8° —
Juni . .	16·0—17·8° + +	13·5—15·5° + +	11·5—14·2° +	10·5—11·6° —	8·1—10·2° —
Juli . . .	16·2—17·5° + +	15·3—16·0° + +	14·3—15·0° + + sehr spärlich	13·5—14·3° + sehr spärlich	10·2—11·3° —
August . .	15·0—15·8° + +	14·1—15·3° + + spärlich	13·9—14·5° +	12·5—13·3° —	11·5—12·0° —
September .	11·2—14·5° +	12·1—13·2° —	12·5—13·8° —	12.0—12·8° —	11·8—12·2° —
October . .	10·3—10·9° —	10·7—11·2° —	11·1—11·4° —	11·2—11·6° —	11·4—11·8° —
November .	6·5—7·8° —	7·6—8·6° —	8·5—9·6° —	9·0—9·8° —	10·5—11·2° —
December .	3·0—3·5° —	4·0—4·5° —	5·5—6·0° —	5·8—6·5° —	8·9—9·5° —

Erklärung der Tabelle.

+ + bedeutet Wachsthum und Sporenbildung,
+ „ „ keine „
— „ kein Wachsthum, keine Sporenbildung.

Hiernach sieht man also, dass die Milzbrandbacillen in $^1/_2$ bis 1 ^{m} Tiefe in den Monaten Juni bis August, in $1^1/_2$ ^{m} Tiefe im ganzen Jahre nur einmal im Juli Sporen bildeten, wenn auch nur kümmerlich, schon in 2 ^{m} Tiefe nur noch ausnahmsweise im Juli zum Wachsthum kamen, ohne aber Sporen zu bilden, und in 3 ^{m} Tiefe gar nicht mehr gediehen; ferner blieben sie überhaupt in den Bodenschichten in der Entwickelung deutlich zurück und zeigten sich bei der mikroskopischen Untersuchung nur theilweise färbbar, waren also vermuthlich degenerirt. Diese Resultate stimmen mit denen von Fränkel[1] im Allgemeinen überein.

Aus meinen Versuchen geht ferner in Uebereinstimmung mit den bisherigen Erfahrungen hervor, dass das Wachsthum und die Sporenbildung der Milzbrandbacillen von der Temperatur abhängig ist. Wenn die Temperatur über 14° steigt, so fangen sie an zu wachsen, wenngleich spärlich, und bei 15° beginnen die Bacillen kümmerlich Sporen zu bilden.

Die Culturen, welche im Boden nach zwei, drei und vier Wochen nicht wuchsen, wurden herausgenommen, bei Brüttemperatur hingestellt und ihre Keimfähigkeit beobachtet. Es stellte sich hier heraus, dass einige schon nach zwei-, andere erst nach dreiwöchentlichem Aufenthalte im Boden abgestorben waren; über vier Wochen aber blieben die Bacillen in demselben nicht am Leben.

Sehr bemerkenswerth ist aber noch, dass, wenn ich das bacillenhaltige Herzblut einer an Milzbrand gestorbenen Maus mit Fäulnissbacterien mischte, es auf Nährböden übertrug und in den Monaten Juni bis August in $^1/_2$ bis 1 ^{m} Tiefe brachte, die Milzbrandbacillen schon nach einer Woche total vernichtet wurden. Nur in Reinculturen waren sie im Stande, stets Sporen zu bilden. Die nach einer Woche mit diesen verunreinigten Culturen geimpften Mäuse waren nach zwei Monaten noch ganz gesund und die neu angelegten Culturen fielen negativ aus. Diese Resultate schliessen sich also denen von Feser[2] und v. Esmarch[3] genau an.

[1] A. a. O. S. 579—580.

[2] Feser, Untersuchungen und Versuche mit vergrabenen Milzbrandcadavern. *Deutsche Zeitschrift für Thiermedicin.* 1877.

[3] A. a. O.

[Aus dem hygienischen Institut der Universität zu Berlin.]

Beiträge zur Aetiologie des Milzbrandes.

VIII. Ueber die milzbrandfeindlichen Wirkungen von Säuren und Alkalien im Blutserum.

Von

von Lingelsheim,
Studirendem der med.-chir. Akademie für das Militair.

Die nachfolgenden Untersuchungen, welche unter Leitung und Controle von Hrn. Stabsarzt Dr. Behring ausgeführt wurden, schliessen sich an die Angaben an, welche derselbe über die milzbrandfeindlichen Wirkungen verschiedener Säuren und Alkalien in mehreren unter dem Titel „Beiträge zur Aetiologie des Milzbrandes" in dieser Zeitschrift veröffentlichten Aufsätzen gemacht hat, und sie können als eine Fortsetzung dieser Beiträge gelten.

Die Prüfung der einzelnen Präparate geschah nach der von Behring[1] genau beschriebenen Untersuchungsmethode im hängenden Tropfen.

Der entwickelungshemmende Werth der untersuchten Mittel gegenüber Milzbrand im Blutserum bei 36° C. im Thermostaten und bei dreitägiger Beobachtungsdauer zeigte zwar kleine Abweichungen, wenn das Blutserum von verschiedenen Thieren stammte, und wenn das Impfmaterial von verschiedener Herkunft war, die Abweichungen betrugen jedoch nie über 6 Procent bis höchstens 8 Procent der hier angegebenen Werthe.

Für die Säuren, mit Ausnahme der Phosphorsäure, sowie für Natronlauge und Ammoniak erwies sich als vortheilhaft, diejenigen Mengen von Normalsäure und Normallauge zu bestimmen, welche genügten, um im Blutserum die Entwickelung von Milzbrandbacillen gänzlich zu verhindern.

[1] Behring, Ueber die Bestimmung des antiseptischen Werthes chemischer Präparate mit besonderer Berücksichtigung einiger Quecksilbersalze. *Deutsche medicinische Wochenschrift.*

Wie die Tabelle ergiebt, hat sich dabei herausgestellt, dass von den 12 untersuchten Säuren die Salzsäure, Schwefelsäure, Salpetersäure, Oxalsäure, Milchsäure, Valeriansäure, Essigsäure, Ameisensäure, Weinsäure, Malonsäure fast den gleichen entwickelungshemmenden Werth besitzen, während Citronensäure und Buttersäure etwas geringere Wirkung ergaben.

Das Gesammtresultat lässt sich für die Säuren dahin zusammenfassen, dass in einem Serum von der Alkalescenz des Rinderserums (18 ccm pro Liter) zur Aufhebung des Milzbrandwachsthums ein Säurezusatz nothwendig ist, der für alle Säuren ziemlich gleichmässig 50 bis 75 ccm Normalsäure beträgt, dass also in einem Serum mit durchschnittlich 40 ccm Normalsäuregehalt pro Liter Milzbrandbacillen sich nicht vermehren können.

Der Titer der Säurelösungen wurde jedes Mal vor dem Gebrauche genau bestimmt, wobei Rosolsäure als Indicator gewählt wurde. Die Phosphorsäure lässt sich in dieser Weise nicht titriren; es wurde daher die Phosphorsäure abgewogen und dann in destillirtem Wasser eine genau dosirte Lösung hergestellt. Es ergab sich, dass die Entwickelung von Milzbrandbacillen verhindert wurde, wenn das Serum auf 350 Volumtheile einen Gewichtstheil feste Phosphorsäure enthielt. Die Titrirung eines solchen Serums ergab gleichfalls einen Gehalt von 40 ccm Normalsäure auf das Liter.

Während so für die entwickelungshemmende Wirkung der Säuren ein einigermassen gesetzmässiges Verhalten gefunden wurde, stellte sich das Verhalten der Alkalien ganz anders.

Von dem Bariumhydroxyd genügte ein Zusatz gleich 5 ccm, von der Natronlauge 11 ccm, Calciumhydroxyd 12·5 ccm Normallauge auf das Liter, während vom Ammoniak 70 ccm auf das Liter zugesetzt werden mussten, um die gleiche Wirkung zu erreichen.

Aus dem Resultat der Titration lässt sich daher bei den Alkalien nicht in gleicher Weise wie bei den Säuren voraussehen, ob ein Serum die Vermehrung von Milzbrandbacillen gestatten wird oder nicht. Auf Normallauge berechnet, muss, wie man ersieht, der Laugenzusatz ca. 7 mal grösser sein, wenn Ammoniak genommen wird, als wenn man Natronlauge hinzusetzt.

Kohlensaure und phosphorsaure Alkalien konnten nicht in ihrem entwickelungshemmenden Werthe in der Weise berechnet werden, dass der Gehalt der Lösungen auf Normallauge bezogen wurde. Die Kohlensäure würde beim Titriren mit stärkeren Säuren ausgetrieben werden, und man würde zu hohe Werthe für den Laugengehalt bekommen.

Bekanntlich reagiren die ihrer Zusammensetzung nach neutralen kohlensauren und phosphorsauren Salze deutlich alkalisch, während das saure kohlensaure Natron und Kali (doppelt kohlensaures) und die secundären phosphorsauren Salze neutral oder ganz schwach alkalisch gegenüber den üblichen Indicatoren reagiren; die primären phosphorsauren Salze zeigen deutlich saure Reaction.

Für diese Präparate wurde daher das für die Phosphorsäure angegebene Verfahren eingeschlagen. Es wurde eine bestimmte Quantität der festen Salze genau abgewogen, in destillirtem Wasser gelöst und dann dem Blutserum zugesetzt.

Wie zu erwarten, ergab die Prüfung der entwickelungshemmenden Dosis für die verschiedenen Salze sehr differente Werthe. Für kohlensaures Natron ergab sich 1:500, für doppelt kohlensaures 1:150, für kohlensaures Kali 1:400, für das secundäre phosphorsaure Natron 1:5, für das alkalisch reagirende dagegen ein 25 mal höherer Werth, nämlich 1:125.

Wurde nun aber nach dem Zusatze der Natronsalze das Serum titrirt, so liess sich die bemerkenswerthe Thatsache feststellen, dass die kohlensauren und phosphorsauren Alkalien in gewissem Sinne ebenso stark wirksam sind wie Natronlauge. Eine Zunahme der Alkalescenz um ca. 11 ccm Normallauge im Serum, wenn dieselbe durch die genannten Salze bedingt wurde, genügte, um die Entwickelung von Milzbrandbacillen gänzlich zu verhindern. So konnte dementsprechend auch festgestellt werden, dass Ammoniumcarbonat erst, wenn es etwa um das 7 fache mehr die Alkalescenz vermehrte — also um ca. 70 ccm Normallauge — dasselbe leistete wie die Natron- und Kalisalze.

Für die Alkalien hatte sich demnach ergeben, dass die Natur des die Alkalescenz bedingenden Mittels von ausschlaggebender Bedeutung ist für die entwickelungshemmende Wirkung, und während jede neue Säure, die ich untersuchte — mit Ausnahme der eine eigenartige Stellung einnehmenden Arsen- und Antimonsäure, sowie der arsenigen Säure — sofort in ihrem Werthe ziemlich genau erkannt wurde, wenn ich mir von derselben eine Normallösung herstellte, verhielt es sich mit den Alkalien ganz anders.

Ich habe noch mehrere Alkalisalze untersucht und darunter einige gefunden, welche einen ungeahnt hohen entwickelungshemmenden Werth gegenüber Milzbrand besitzen.

An dieser Stelle erwähne ich zunächst das kohlensaure Thallium. Es ist das ein in Wasser lösliches Salz, welches ich von Kahlbaum bezog. Mit Blutserum giebt es keine Niederschläge. Dasselbe kommt in der entwickelungshemmenden Wirkung dem Quecksilbersublimat nahe,

indem es schon in einer Verdünnung von 1:7500 jedes Wachsthum von Milzbrandbacillen verhindert.

Ein anderes in hohem Grade interessantes Präparat ist das kohlensaure Lithion. Das Präparat ist in Wasser sehr schwer löslich, seine Prüfung demgemäss erschwert, und die erhaltenen Werthe sind in Folge des beträchtlichen Zusatzes der Lösung weniger genau. Ich fand, dass das Milzbrandwachsthum verhindert wurde schon bei relativ sehr geringem Zusatze des Präparates, ca. 1:2000, woraus eine 3 bis 4 mal energischere Wirkung als die der Carbolsäure resultirte.

Diese ausschlaggebende Bedeutung der Natur der Alkalisalze kommt auch zum Ausdruck, wenn man die neutralen Chlor-, Jod- und Bromsalze untersucht.

Während z. B. Kochsalz erst bei einem Zusatze von 1 : 12·5 Blutserum, chlorsaures Kali gar erst bei 1 : 5 das Milzbrandwachsthum gänzlich verhinderte, leistete Calciumchlorid dasselbe schon bei 1 : 50 und das Lithiumchlorid schon bei 1 : 500.

Bekanntlich ist Lithium als Carbonat und Chlorid in manchen therapeutisch verwertheten Quellen vorhanden, und noch mehr verbreitet in den Heilquellen sind die Erdalkalien; die Untersuchung mehrerer aus einer hiesigen Apotheke bezogener Brunnen (Wildunger Wasser, Salzbrunner [Oberbrunnen], Kreuznacher [Elisabethbrunnen], Hunyady-Janos, Kissinger [Rakoczy]) hat aber ergeben, dass — wenigstens Milzbrandbacillen gegenüber — den in diesen Wässern enthaltenen Salzmengen eine antiseptische Wirkung nicht zukommt; selbst drei Theile Wasser mit einem Theil Blutserum vermischt liessen eine Entwickelungshemmung nicht deutlich erkennen.

Die in der nachfolgenden Tabelle wiedergegebenen Werthe für die einzelnen Säuren und Alkalien sind, um sie mit denen anderer Untersucher vergleichen zu können, in dreifacher Weise berechnet worden.

In Colonne *a* ist ausgerechnet worden, wieviel Gewichtstheile der geprüften Präparate zu 100 Gewichtstheilen Blutserum zugesetzt werden mussten, um die Entwickelung von Milzbrandbacillen und Sporen zu verhindern. In dieser Weise hat z. B. Kitasato in seiner Arbeit über die Wirkung von Säuren und Alkalien gegenüber Typhus- und Cholerabacterien die gefundenen Werthe berechnet.

Colonne *b* giebt die Resultate in derselben Weise wieder, wie das in der Desinfectionsarbeit von R. Koch[1] geschehen ist.

[1] R. Koch, *Mittheilungen aus dem Kaiserl. Gesundheitsamt.* Bd. I.

Colonne *c* endlich giebt an, welche Vermehrung der Alkalescenz, bezw. welche Verminderung derselben — in Normallauge pro Liter Blutserum ausgedrückt — die zur Entwickelungshemmung ausreichenden Mengen der einzelnen Präparate bewirkt hatten.

Präparat	*a.* Entwickelungshemmung trat ein bei einem Procentgehalt von	*b.* Entwickelungshemmung trat ein bei einem Verhältniss von	*c.* Normallauge- bez. Normalsäurezusatz in 1 Liter Blutserum, welcher zur Entwickelungshemmung ausreicht
Natronlauge (NaOH)	0·044	1:2270	11·00
Calc. hydroxyd $Ca(OH)_2$	0·046	1:2175	12·40
Bar. hydroxyd $Ba(OH)_2$	0·4	1:250	4·64
Ammoniak NH_3	0·245	1:417	70·00
Salzsäure HCl	0·18	1:555	50·00
Schwefelsäure H_2SO_4	0·25	1:400	50·00
Salpetersäure HNO_3	0·26	1:384	50·00
Phosphorsäure H_3PO_4	0·28	1:350	—
Ameisensäure CH_2O_2	0·276	1:370	60·00
Essigsäure $C_2H_4O_2$	0·36	1:275	60·00
Oxalsäure $C_2H_2O_4$	0·22	1:440	50·00
Milchsäure $C_3H_6O_3$	0·40	1:250	45·00
Malonsäure $C_3H_4O_4$	0·26	1:384	50·00
Buttersäure $C_4H_8O_2$	0·65	1:156	80·00
Weinsäure $C_4H_6O_6$	0·45	1:222	60·00
Valeriansäure $C_5H_{10}O_2$	0·50	1:200	50·00
Citronensäure $C_6H_8O_7$	0·45	1:222	70·00
Kochsalz NaCl	8·00	1:12·5	—
Calciumchlorid $CaCl_2$	2·00	1:50	—
Lithiumchlorid LiCl	0·2	1:500	—
Sec. Natron-Phosphat Na_2HPO_4	20·00	1:5	—
Bas. Natron-Phosphat Na_3PO_4	0·8	1:125	—
Kohlensaures Natron Na_2CO_3	0·2	1:500	11·00
Doppelt kohlens. Natron $NaHCO_3$	0·7	1:150	—
Kohlensaures Kali K_2CO_3	0·25	1:400	—
Kohlensaures Thallium Tl_2CO_3	0·013	1:7500	—
Kohlensaures Lithion Li_2CO_3	0·05	1:2000	—
Chlorsaures Kali $KClO_3$	20·00	1:5	—
Ammoniumcarbonat $(NH_4)_2CO_3$	2·00	1:50	70·00

Für mehrere Präparate, unter anderen für die kohlensauren Alkalien, habe ich auch die abtödtende Wirkung gegenüber Milzbrandbacillen im Blutserum festgestellt, und zwar in der Weise, wie das in neuerer Zeit zur Feststellung des bacterienvernichtenden Einflusses von Blut und de-

fibrinirtem Blut durch Nutall und Nissen in Flügge's Laboratorium zuerst ausgeführt wurde.

Es wird dabei zu 1 ^{ccm} Blutserum im Reagensglase aus Milzbrandblut, das bacillenreich ist, eine kleine Menge mittelst einer Platinöse zugefügt und die Flüssigkeit gut gemischt. Dann werden von der Mischung zwei Platinösen in Gelatineplatten ausgesät und die Zahl der gewachsenen Keime nach 2 bis 3 Tagen gezählt. In der Regel wurden 5000 bis 15000 Keime gefunden. Nach der Entnahme der zwei Oesen Serum-Milzbrandblutmischung wird nun derselben soviel von dem zu prüfenden antiseptischen Präparate zugefügt, dass die gewünschte Concentration erreicht wird. Dann wurden nach Ablauf bestimmter Zeiträume wieder Platten mit zwei Platinösen der Mischung gegossen und das stattfindende oder ausbleibende Wachsthum der Keime constatirt. Wenn im Verlaufe von fünf Tagen nichts auf der Platte gewachsen war, wurde die Abtödtung sämmtlicher Keime angenommen.

Das erhaltene Resultat lässt sich nun kurz dahin zusammenfassen, dass zur Abtödtung sämmtlicher Keime die doppelte Menge von derjenigen genügte, welche sich als zur Entwickelungshemmung ausreichend erwiesen hatte. Für Natron carbonicum z. B. wurde ein Gehalt von 1 : 250 zur Abtödtung von ca. 10,000 Keimen genügend gefunden, wenn die Einwirkung im Blutserum sich auf ca. 6 Stunden erstreckte.

Es verdient besonders bemerkt zu werden, dass viele Keime schon bei dem zur Entwickelungshemmung ausreichenden Concentrationsgrade eines Mittels absterben, und dass zur Vernichtung sämmtlicher Keime eine um so grössere Concentration des zu prüfenden Mittels sich als nothwendig erweist, je grösser die Anzahl der eingebrachten Keime gewesen ist.

[Aus dem hygienischen Institut der Universität Breslau.]

Die Wirkungsweise der gebräuchlicheren Mittel zur Conservirung der Milch.

Von

A. Lazarus.

Dem Bedürfniss, die Milch besonders in der heissen Jahreszeit durch einfache Manipulationen vor dem schnellen Verderben und vor der Entwickelung von Krankheitskeimen zu schützen, hat man namentlich im Kleinhandel und im Haushalt durch Zusatz von chemischen Conservirungsmitteln abzuhelfen gesucht. Unter diesen chemischen Mitteln lassen sich drei Gruppen von einander sondern. Einmal kommen Substanzen in Anwendung, von denen erwartet wird, dass sie, als Alkalien, die Milchsäurebildung durch Neutralisation bezw. Bindung der Säure verdecken und durch Hinausschieben des Eintrittes der sauren Reaction die Gerinnung der Milch verzögern; zweitens solche, welche den in der Milch enthaltenen Gährungserregern gegenüber hemmend oder abtödtend wirken sollen; drittens solche, von denen die beiden genannten Wirkungen gleichzeitig vorausgesetzt werden.

Zu den ersten — den weitaus gebräuchlichsten Conservirungsmitteln — sind die kohlensauren Alkalien, das einfach- und das doppeltkohlensaure Natron zu zählen; von der zweiten Classe verdienen vor Allem die Salicylsäure und die Borsäure Berücksichtigung; aus der dritten sind besonders der Borax und der Aetzkalk zu nennen.

Die gegenwärtig weit verbreitete Anwendung der genannten Zusätze zur Milch hat schon oft zu Bedenken Anlass gegeben. Nicht nur, dass Polizeibehörden in zahlreichen Verordnungen dies Verfahren als Nahrungsmittel-Verfälschung betrachtet wissen wollen, haben auch einzelne Aerzte und medicinische Gesellschaften den Gebrauch des einen oder anderen

dieser Mittel als gesundheitsschädlich widerrathen. Gegen den Zusatz von Natron bicarbonicum z. B. wendet sich eine Bestimmung[1] des Conseil d'hygiène im Seinedepartement, die ausführt, dass durch Bildung von milchsaurem Natron ein abführendes, den Kindern schädliches Salz gegeben werde. Gegen die Anwendung der Salicylsäure und ihrer Salze in Nahrungsmitteln[2] richten sich besonders in Frankreich viele Angriffe und Verbote.

Andererseits sind einige von den erwähnten Mitteln, ganz abgesehen vom Nutzen der Conservirung, ausdrücklich als Zusatz zu Nahrungsmitteln empfohlen worden, wie die Borsäure,[3] die Salicylsäure, der Kalk.

Will man ein zuverlässiges Urtheil über den hygienischen Werth der conservirenden Zusätze gewinnen, so muss vor Allem die Frage genauer beantwortet werden, ob und wie ein Einfluss derselben auf das Bacterienleben in der Milch sich geltend macht. Denn nach unseren heutigen Anschauungen gehen ebensowohl die krankhaften Störungen, welche durch die Milch hervorgerufen werden, wie auch die Erscheinungen des Verderbens und der Säuerung der Milch lediglich von den in ihr enthaltenen Mikroorganismen aus. Die Qualität und Quantität der Milchbacterien unter dem Einfluss der verschiedenen conservirenden Zusätze zu bestimmen, war daher die eigentliche Aufgabe der folgenden Versuche.

Untersuchungsmethode.

Für die Menge der zugesetzten conservirenden Chemikalien war eine bestimmte Grenze gegeben einmal dadurch, dass der Geschmack der Milch nicht alterirt werden durfte; zweitens dadurch, dass die meisten Zusätze in grösserer Dosis nicht als sanitär unbedenklich, insbesondere für Kinder in den ersten Lebensmonaten, angesehen werden können. Die von diesen Gesichtspunkten aus noch eben zulässigen Maximaldosen betrugen für

Soda	3 grm	auf den Liter
Natron bicarbonicum . . .	3 „	
Borsäure	1—2 „	
Salicylsäure	0·75 „	
Borax	4 „	
Aetzkalk	1·5 „	

[1] *Milch-Zeitung.* 1888. Nr. 14.

[2] Vallin, Le salicylage des aliments. *Revue d'hygiène,* Févr. 1887.

[3] Forster, Verwendbarkeit der Borsäure zur Conservirung von Nahrungsmitteln. *Archiv für Hygiene.* Bd. II.

Um von möglichst einfachen Verhältnissen auszugehen, schien es angezeigt, die Wirkung dieser Zusatzmengen zuerst in sterilisirter und dann mit bekannten Arten von Bacterien geimpfter Milch zu beobachten. Als Probeobject wurden sowohl die gewöhnlichen Saprophyten der Milch als auch solche Bacterienarten gewählt, welche im Darmtractus zu wuchern und dort theils keine resp. unwesentliche Störungen, theils aber schwere Infectionskrankheiten auszulösen im Stande sind. Die Bacterien der Cholera asiatica, des Typhus abdominalis, ferner der Bacillus Neapolitanus Emmerich, die Finkler-Prior'schen Spirillen und der Ribbert'sche Bacillus der Darmdiphtherie des Kaninchens sollten als Repräsentanten dieser Gruppe von Bacterien dienen. Die Bevorzugung solcher Darmbacterien für meine Versuche rechtfertigte sich ohne Weiteres durch die vielfachen Erfahrungen, welche eine ätiologische Rolle der Milch bei manchen Epidemieen von Typhus und Cholera ausser Zweifel stellen.[1]

Einige Vorversuche zeigten, dass das Wachsthum der ausgewählten pathogenen Bacterien sehr verschieden ausfällt, je nachdem sie in sterilisirte oder nicht sterilisirte Milch gebracht werden, ferner je nachdem die Milch bei niederer oder höherer Temperatur gehalten wird. In sterilisirter Milch wachsen die betreffenden Arten im Ganzen gut. Jedoch bewirken manche derselben eine erhebliche Aenderung der Milch. Der Bacillus Neapolitanus Emmerich und der Finkler-Prior'sche Kommabacillus bringen in der Milch lebhaft saure Reaction zu Stande; besonders bei günstigen Temperaturbedingungen (30 bis 35° C.) und längerer Dauer der Einwirkung (oft schon nach 24 Stunden) kann dieselbe so hohe Grade erreichen, dass die Milch gerinnt. Auch in Milch, die mit Bacillus typhi abdominalis geimpft ist, tritt unter günstigen Bedingungen saure Reaction ein; aus dem Verhalten dieser Bacillen in Traubenzuckerlösung,[2] in der sie Alkohol, Milchsäure und Essigsäure bilden, ist vielleicht ein Schluss auf die aus dem Milchzucker der Milch gebildete Säure zu ziehen. — Ausführlichere Versuche liegen über das Verhalten der Koch'schen Cholera-spirillen in der Milch vor.[3] Sie finden in derselben ebenfalls einen sehr günstigen Boden für ihre Entwickelung. In sterilisirter Milch erzeugen sie saure Reaction, die schliesslich ihre Fortentwickelung zu hemmen und sie abzutödten scheint. So halten sie sich in einer Temperatur von 30 bis 35° C., die das Optimum für ihr Wachsthum bedeutet, zwei Wochen, während sie bei 22 bis 25°, wo die Vermehrung im Vergleich zu jener erheblich retardirt ist, noch nach drei Wochen am Leben sind.

[1] Kitasato, Das Verhalten der Cholerabacterien in der Milch. *Diese Zeitschrift.* Bd. V. — *Milch-Zeitung.* 1886. Nr. 33, 47, 49.

[2] Löffler, *Berliner klinische Wochenschrift.* 1887. Nr. 33.

[3] Derselbe, *Ebenda.* — Kitasato, a. a. O.

Wesentlich anders scheint sich das Verhalten der pathogenen Arten, insbesondere des Typhus abdominalis und der Cholera asiatica in roher, nicht steriler Milch darzustellen. Nach Angaben, die Kitasato gemacht hat, und nach einigen von mir angestellten Versuchen werden diese Arten, zumal die empfindliche Cholera, von den in der Milch viel energischer proliferirenden Saprophyten überwuchert. Bei 35° entwickeln sich letztere so lebhaft, dass selbst ungeheure Aussaaten, wie sie Kitasato verwandte — eine Platinöse von einer Cholerareincultur auf 10 ccm Milch — nach wenigen Stunden überwuchert waren. Kitasato fand bei 35° schon nach 4 Stunden Verminderung der Cholera; bei 22 bis 25° in den ersten 15 Stunden starke Vermehrung, dann Verdrängung durch die Saprophyten, nach $1^1/_2$ Tagen Abtödtung. Bei noch niedrigeren Temperaturen hielten sie sich 2 bis 3 Tage. Die starke Säureproduction spielt jedenfalls eine hervorragende Rolle unter den Ursachen für dies schnelle Absterben der Cholera.

Ich stellte die Versuche mit Cholera asiatica und Typhus in zweierlei Aussaat an, sowohl mit ähnlichen Mengen, wie Kitasato, als auch mit solchen, die ungefähr der beim Melken in die Milch gelangten Zahl der Saprophyten entsprechen und mehr als jene ein praktisches Interesse beanspruchen dürften. Im letzteren Falle zeigte sich bereits nach 6 und 9 Stunden ein fast völliges Verschwinden — resp. eine Entwickelungshemmung — der pathogenen Keime; bei starker Aussaat war zu Anfang eine auffallend geringe Vermehrung, sehr bald entschiedene Abnahme und ein Vorherrschen der Saprophyten zu constatiren. Aus stark saurer oder schon geronnener Milch (meist schon nach 24 bis 36 Stunden) waren keine pathogenen Bacterien zu züchten.

Aus den geschilderten Versuchen war somit der Einfluss, den verschiedene Temperaturbedingungen auf das Bacterienleben in der Milch ausüben, so deutlich zu ersehen, dass dieses Verhalten auch bei der Prüfung des Einflusses der Conservirungsmittel berücksichtigt werden musste. Dieselbe fand daher einerseits bei 20 bis 22° statt, als der Durchschnittstemperatur der heissen Jahreszeit, und andererseits bei 35°, einer Temperatur, die für die Entwickelung der meisten in Betracht kommenden Mikroorganismen ungefähr das Optimum repräsentirt und daher stärkere Ausschläge in den Resultaten erwarten liess.

Die Versuchsanordnung gestaltete sich demnach folgendermaassen: In meiner Gegenwart in eigene Gefässe gemolkene Milch, deren chemische Reinheit somit absolut zweifellos war, wurde mit den zu prüfenden Zusätzen versehen, dann in Reagensgläser zu Portionen von je 10 ccm vertheilt und in den mit Wattepfropf versehenen Gläsern 2 bis 3 Stunden

der Hitze strömender Wasserdämpfe ausgesetzt. Ebenso wurde eine Portion nicht mit Zusätzen versehener Milch behandelt. Bei diesem Verfahren, das nach Angaben zahlreicher Autoren [1] sowohl als nach eigenen Erfahrungen zur Sterilisation der Milch ausreicht, treten einige chemische und physikalische Veränderungen derselben ein. Einmal bildet sich ein geringer weisser Bodensatz, der nach Hueppe [2] aus ausgeschiedenem Serumeiweiss, das etwas Caseïn mit sich gerissen hat, besteht; ferner wird die Gerinnbarkeit durch Lab beeinträchtigt (bereits durch eine Temperatur von 75°), und etwaige Gerinnung ist feinflockiger als die roher Milch; ausserdem macht sich eine zumal beim Vergleiche mit roher Milch ziemlich auffällige gelbliche Verfärbung geltend. Keine dieser Veränderungen ist jedoch so eingreifend, dass davon eine Andersgestaltung des Bacterienlebens in der Milch zu erwarten wäre.

Nach erfolgter Sterilisation wurde in jedes einzelne der Probirröhrchen eine bestimmte Menge — stets 0·1 ccm — einer Kochsalzbouillon-Aufschwemmung [3] der zu verimpfenden Mikroorganismenarten gebracht; durch eine zu gleicher Zeit angefertigte Platte wurde die Zahl der verimpften Keime festgestellt. Nunmehr wurden die Proben zu einem Theile in einen Thermostaten von 20 bis 22°, zum anderen in eine constante Temperatur von ca. 35° gebracht. Von jeder der so behandelten Milchproben wurde nach 3, 6, 9, 12 und 24 Stunden, unter Umständen seltener oder öfter, ein Glas entnommen und von diesem nach gehörigem Schüttelmischen 0·1 ccm zu einer Gelatineplatte verwendet. Bei stärkerer Aussaat oder nach längerem Anstehen im Brütofen — z. B. regelmässig nach 24 Stunden — wurde 0·1 ccm der Milch in 10 ccm sterile Kochsalzbouillon gebracht und von dieser Mischung 0·1 ccm zur Gelatine gefügt. Nach ungefähr zwei Tagen konnten gewöhnlich Art und Zahl der auf den Platten befindlichen Bacterien festgestellt werden.

Geringe Modificationen des Verfahrens wurden nothwendig, wenn das Bacterienleben in roher Milch studirt werden sollte. Um aber auch hierbei möglichst wenig Complicationen in Rechnung zu ziehen, wurde die Milch, ohne sonstige antiseptische Cautelen, nach primitiver Reinigung des Euters, direct in einen sterilisirten Kolben gemolken und so schnell als möglich zur Verwendung gebracht. Durch sterilisirte Messgefässe wurde sie in sterilisirte Kolben abgetheilt, in welche die zu prüfenden Zusätze bereits vor der Sterilisation in berechnetem Quantum ge-

[1] Hueppe, Untersuchungen über die Zersetzung der Milch durch Mikroorganismen. *Mittheilungen aus dem Kaiserl. Gesundheitsamte.* 1884. Bd. II. S. 331.

[2] *Ebenda.*

[3] Physiologische Kochsalzlösung + $^1/_3$ Bouillon.

bracht waren, und aus diesen mit sterilisirten Pipetten in sterilisirte Probirröhrchen abgefüllt. Die Impfung mit den zu prüfenden Bacterienarten geschah entweder in die grösseren Kolben oder in die einzelnen Reagensgläser. Durch Anlegung von Platten wurde die Menge der von Anfang an in der Milch vorhandenen, wie die der verimpften Keime controlirt. Die Weiterbehandlung konnte wie bei der vorher sterilisirten Milch geschehen.

Auf diese Weise musste man recht gut vergleichbare Resultate aus den verschiedenen Milchsorten erhalten, zumal wenn durch Controlversuche die Weite der Fehlergrenze festgestellt wurde.

Eine Fehlerquelle ist von vornherein in der ungleichen Vertheilung der Pilze in der Impfflüssigkeit oder in der Milch zu vermuthen. Eine weitere kommt durch die verschiedene Grösse der Impfpipetten oder durch ungenaue Abmessung zu Stande, die bei dem in Betracht kommenden geringen Rauminhalt von 0·1 ccm Berücksichtigung beansprucht. Schliesslich können Fehler, die beim Auszählen der Colonieen dadurch, dass fast immer nur ein Bruchtheil derselben gezählt wird, entstehen, zur Entstellung des Resultates beitragen.

Der Einfluss der ungleichen Vertheilung der Keime in der Impfflüssigkeit wurde zugleich mit dem durch ungenaue Abmessung der Flüssigkeitsmenge entstehenden Fehler in der ganzen Reihe der Versuche dadurch controlirt, dass am Anfang jedes Versuches mit derselben Pipette zwei Aussaatplatten angelegt wurden. Für die ersten 10 Versuche ergaben sich folgende Zahlen und Controlzahlen:

6 (12), 32 (32), 3591 (2565), 3078 (3400), 3078 (3390), 1282 (1425), 5 (4), 800 (880), 2850 (2050), 45 (43).

Die Fehler betragen also bei grösserer Aussaat, wie sie in der Regel vorlag, höchstens 30 Procent. In ebenso niedrigen Werthen bewegen sich die Differenzen, die durch die Verschiedenheiten der Pipetten und beim Auszählen entstehen, und besonders die letzteren werden nach einiger Uebung selbst für grössere Mengen belanglos. Immerhin werden wir bei unseren Schlüssen nur solche Ausschläge, welche die in obiger Zahlenreihe gebotenen Differenzen weit übertreffen, als beweiskräftig anzusehen haben.

I. Versuche mit Soda und Natron bicarbonicum.

Die Versuche mit Soda und Natron bicarbonicum wurden fast immer nebeneinander ausgeführt; die Resultate aus beiden sind ohne wesentliche Unterschiede; es erscheint daher zweckmässig, sie gemeinsam zu besprechen.

Die grösste Menge Soda und Natron bicarbonicum, welche zur Milch zugesetzt werden kann, ohne ihr einen seifigen Geschmack zu verleihen, beträgt ca. 3 ^{grm} auf den Liter. Dieses Quantum kam von beiden Salzen, und zwar der bequemeren Dosirung halber fast durchgehends in 10procentiger, wässeriger Lösung zur Anwendung.

Sollte mit diesen Dosen sterilisirte Milch geprüft werden, so war es nöthig, die oben beschriebene Methode der Vorbereitung der Milch etwas abzuändern. Wurde nämlich die Milch mit diesen Zusätzen 2 bis 3 Std. erhitzt, so war das oben erwähnte Phänomen der Verfärbung ausserordentlich verstärkt. Statt des gelblichen Tones, den die reine Milch annahm, trat hier eine intensiv rothbraune Farbe, sowie eine deutliche Abschichtung der Milch ein; oben eine weisse Rahmschicht, in der Mitte die fast transparente braunrothe Flüssigkeit und am Boden ein ebenfalls braunrother, flockig-klumpiger Satz in variabler Menge, der im Wesentlichen Phosphate enthielt. Diese Veränderungen waren so stark, dass sie dringend zu einer Abänderung des Verfahrens aufforderten. Infolge dessen wurden die genannten Salze in sterilisirter Lösung zu der bereits sterilisirten Milch zugefügt und nun noch einmal eine Viertelstunde strömender Wasserdampf angewendet. So war die Verfärbung kaum stärker als in der reinen Milch und die Sterilisation durchaus genügend.

Soda und Natron bicarbonicum werden der Milch zugesetzt in der Vorstellung, dass die gebildete Milchsäure dadurch neutralisirt oder gebunden und dadurch der Eintritt der sauren Reaction und der Gerinnung hinausgeschoben werden könne. Wie verbreitet dies Verfahren besonders im Kleinhandel ist, lehrt die Thatsache, dass von 64 Milchproben, die ich Anfang August 1888 bei heisser Witterung zumeist in den Vorstädten Breslaus gesammelt habe, unzweifelhaft 40 mit Alkalien versetzt waren.

Das augenfälligste Resultat unserer Versuche war, dass bei den anwendbaren Mengen der Zusätze die saure Reaction allerdings mehrere Stunden später eintreten kann, dass dagegen die Gerinnung keine Verzögerung erleidet. Bei der verhältnissmässig geringen Zahl von Keimen, welche die Milch bei Beginn unserer Versuche barg, gelang es, die durch blaues Lackmuspapier nachweisbare saure Reaction bei 22° im Durchschnitt um 12 bis 20 Stunden hinauszuschieben; bei 35° betrug der Aufschub 6 bis 12 Stunden. Dagegen trat unter 10 Versuchen, die mit nicht sterilisirter Milch gemacht waren, die Gerinnung in vier Fällen zuerst bei der Soda- und Natron bicarbonicum-Milch, in drei Fällen zuerst bei der reinen, in drei Fällen gleichzeitig auf. Etwaige Zeitunterschiede waren nie gross. Die Milch von 22° und die von 35° verhielten sich in dieser Beziehung immer gleichmässig.

Tabell

Nr.	Art der Milch	Conservirungsmittel	Impf-Material	Stunde
1	Frisch gemolken; sterilisirt.	10 procent. Sodalösung 3 : 100.	Bac ac. lact. Hueppe, 5 (4) Keime in 1 ccm Milch.	6 12 24
2	Frisch gemolken.	Desgl.	—	3 6 9 12 24
3	Desgl.	Desgl.	In 1 ccm Milch von Anfang an 550 Keime.	3 6 9 12 24
4	Desgl.	10 proc. Sodalösg. 3:100, 10 proc. Na. bic.-L. 5:100.	800 (880) Keime.	6 9 24
5	Frisch gemolken; sterilisirt.	10 proc. Sodalösg. 3:100, 10 proc. Na. bic.-Lösung 2·5 : 100.	Bac. Neapol. Emmerich, 3078 (3400) Keime in 1 ccm.	3 6 9
6	Desgl.	Desgl.	Finkler-Prior's Spirillen, 217 Keime in 1 ccm.	3 6 9 24
7	Desgl.	10 proc. Sodalösg. 3:100, 10 proc. Na. bic.-Lösung 3 : 100.	Bac. typhi abdominalis, 6 (12) Keime.	3 9 24
8	Desgl.	10 proc. Sodalösg. 3:100, 10 proc. Na. bic.-Lösung 2·5 : 100.	Bac. typhi abdominalis, —	3 6 9 24
9	Desgl.	Desgl.	Bac. typhi abdominalis. 1282 (1425) Keime in 1 ccm.	3 6 9 24
10	Desgl.	10 proc. Sodalösg. 3:100, 10 proc. Na. bic.-Lösung 3 : 100.	Cholera asiatica, 32 (32) Keime.	3 6 9 24
11	Desgl.	Desgl.	Cholera asiatica, 3591 (2565) Keime.	6 9 24

In 1 ccm Milch bei 22° C.			In 1 ccm Milch bei 35° C.		
Rein	Soda	Natron bic.	Rein	Soda	Natron bic.
—	—	—	800	320	—
			(210)	(—)	
1120	1680		85,500	42,750	
(700)	(2120)		(71,250)	(97,750)	
394,000	792,000		7,866,000	7,010,000	
(200,000)	(824,000)		(9,755,000)	(10,874,000)	
15,960	11,400	—	24,510	28,880	—
48,360	57,380		247,950	293,410	
123,440	106,590		∞	∞	
∞	∞		∞	∞	
8,720,000	13,167,000		14,536,000	16,672,000	
1,020	980	—	830	910	—
900	900		1,500	1,860	
690	490		114,200	5,400	
3,200	1,800		444,600	200,640	
855,000	13,000		17,100,000	∞	
800	800	760	49,330	12,540	7,600
720	7,600	9,500	196,650	95,760	95,640
1,385,000	1,710,000	2,280 000	∞	10,280,000	12,825,000
4,280	6,000	6,080	14,440	12,730	16,530
22,800	19,000	22,800	189,810	138,510	153,900
307,800	235,980	189,810	∞	∞	∞
120	300	150	500	370	400
120	160	250	400	4,080	900
1,000	280	640	920	—	1,840
,672,000	64,000	24,000	342,000	∞	∞
0	20	—	90	50	80
30	20	100	40	150	80
2,000	3,000	8,000	11,514,000	1,710,000	6,384,000
—	—	3,230	—	4,180	5,320
5,700	3,420	6,080	8,930	8,930	7,980
42,180	13,300	7,600	230,850	10,450	16,530
∞	∞	∞	—	∞	∞
2,470	2,660	2,280	3,420	5,130	3,800
5,700	5,130	5,130	13,110	13,680	17,100
7,980	6,270	6,270	73,530	76,950	94,050
,520,000	17,955,000	17,929,000	35,910,000	∞	∞
50	50	70	50	110	100
60	70	50	200	400	1,720
60	130	170	5,320	34,080	96,900
11,000	18,873,000	18,873,000	∞	∞	∞
2,280	8,550	2,400	4,560	27,360	18,810
8,550	19,950	8,550	28,550	177,840	31,350
513,000	Verflüssigt	6,276,000	Verflüssigt	∞	Verflüssigt

Tabelle [cut off]

Nr.	Art der Milch	Conservirungsmittel	Impfmaterial	Stunde[cut off]
12	Frisch gemolken; sterilisirt.	10 proc. Sodalösg. 3:100, 10 proc. Na. bic.-Lösung 3 : 100.	Cholera asiatica.	3 6 9 24
13	Frisch gemolken.	10 proc. Sodalösg. 3:100, 10 proc. Na. bic.-Lösung 5 : 100.	Cholera asiatica, 2850 (2050) Keime. Milchsäure + Chol. as. 2850 (2280) Keime.	3 6 9 24
14	Desgl.	10 proc. Sodalösg. 3:100, 10 proc. Na. bic.-Lösung 3 : 100.	Starke Aussaat von Cholera asiatica.	6 9 24
14a	Desgl.	Desgl.	Verdünnte Aussaat von Cholera asiatica.	6 9 24
15	Desgl.	Desgl.	Sehr starke Aussaat von Typhus abdominalis.	3 6 9 24
15a	Desgl.	Desgl.	Verdünnte Aussaat von Typhus abdominalis.	3 6 9 24

Dieses Verhalten erinnert an die Beobachtung Hueppe's,[1] dass die Gerinnung der Milch theilweise auch durch ein von den Bacterien erzeugtes labähnliches Ferment zu Stande gebracht wird. Wenn reine und alkalisirte Milch gleichzeitig gerinnen, obwohl die Menge der freien Milchsäure sehr verschieden ist, so ist dies wohl dadurch zu erklären, dass durch Anwesenheit geringer Mengen freien Alkalis die Entwickelung der Labferment producirenden Bacterienarten befördert wird. Mit Hülfe der grösseren Mengen Labfermentes vermag die geringere Menge Milchsäure in Soda-, bezw. Natron bicarbonicum-Milch dieselbe Wirkung zu erzielen, wie eine grössere Menge Milchsäure mit kleinerer Dosis Labferment in der reinen Milch. Das Plattenverfahren giebt leider über derartige Unterschiede zwischen den die Gerinnung veranlassenden Bacterien keine Auskunft. Weder in der Anzahl noch in der Art der Colonieen zeigten sich wesentliche und constante Differenzen.

[1] *Berliner klinische Wochenschrift.* 1887. Nr. 9—12.

rtsetzung.)

In 1 ccm Milch bei 22° C.			In 1 ccm Milch bei 35° C.		
Rein	Soda	Natron bic.	Rein	Soda	Natron bic.
22,230	17,100	29,070	25,650	29,070	30,180
26,660	35,910	47,880	56,430	92,340	330,850
33,330	37,620	47,880	71,820	Verflüssigt	750,000
[illegible],234,000	25,650,000	16,815,000	25,650,000	30,780,000	28,215,000
3,230	2,470	2,470	3,990	2,850	3,800
3,990	2,090	1,710	7,980	—	9,690
6,270	2,230	6,840	Verunrein.	Verflüssigt	76,950
[illegible],130,000	Verflüssigt	1,300,000	7,095,000	∞	∞
—	—	—	12,996,000 (10/1)[1]	9,291,000 (20/1)	10,032,000 (15/1)
			12,825,000	61,650,000	61,560,000
			∞	∞	∞
—	—	—	57,000 (1/15)	57,000 (1/20)	28,500 (1/18)
			117,470; Ch. = 0	307,100 (1/80)	248,950 (1/50)
			∞; Ch. = 0	∞ (1/300)	∞ (1/100)
—	—	—	1,482,000 Typh. abdom. vorherrschend	342,000 (10/1)	627,000 (10/1)
			2,166,000 (10/1)	1,254,000 (1/1)	551,000 (1/1)
			1,539,000 (2/1)	9,234,000 (1/2)	5,130,000 (1/5)
			∞; T. = 0	∞	∞
—	—	—	25,080 (2/1)	23,370 (2/1)	12,850 (3/1)
			133,380 (1/4)	91,200 (1/10)	9,120 (1/5)
			∞	∞	47,310 (1/50)
			∞; T. ?	∞; T. ?	∞, T. vereinzelt

Ein deutliches Bild von der Wirkung der kohlensauren Alkalien geben die vorstehenden Tabellen.

Dieselben weisen, um zunächst das Verhalten der Saprophyten zu besprechen, den Mangel jeden Einflusses der kohlensauren Alkalien auf die Gesammtzahl derselben, sowohl in sterilisirter als in roher Milch, evident nach.

Ueber die Beeinflussung pathogener Arten durch Alkalien hat Kitasato mehrfach Versuche angestellt. Er hat sich bemüht, Maximaldosen festzustellen, welche die betreffenden Organismen gerade noch zur Entwickelung gelangen lassen, resp. Minimaldosen, welche ihre Entwickelung hemmen oder sie vernichten. Für das Carbonat stellte er fest, dass bei einem Gehalt von 2 Procent dem Bacillus Typhi abdominalis, bei 2·2 Procent dem Koch'schen Cholerabacillus auf sonst günstigem Nährboden die Grenze des Wachsthums gezogen ist; bei 2·1 Procent tritt für Typhus, bei 2·32 bis 2·47 Procent für Cholera asiatica Hem-

[1] Die Brüche stellen das Verhältniss von Pathogenen zu Saprophyten dar.

mung ein; Vernichtung bewirkten 2·47, bezw. 2·72 Procent. Mit diesen Angaben Kitasato's stimmt das Resultat überein, dass die von mir angewandten Dosen durchaus nicht im Stande waren, schädigend auf die Mikroorganismen einzuwirken. Im Gegentheil weisen sie für die Choleraspirillen eine entschiedene Begünstigung des Wachsthums auf, welche einmal durch die Vorliebe der betreffenden Organismen für schwach alkalische Nährsubstrate und zweitens durch ihre Empfindlichkeit gegen die von ihnen selbst in der Milch producirte Säure (siehe oben) erklärlich wird.

Die Versuche mit roher Milch sind zu wenig zahlreich, um aus ihnen so bestimmt, wie aus denen mit sterilisirter Milch, den Einfluss der Conservirungsmittel auf die pathogenen Pilze zu erkennen. Doch zeigen die bisher gewonnenen Zahlen jedenfalls keinen Unterschied zwischen reiner und alkalisirter Milch. Auch eine Begünstigung der Cholera asiatica war nicht mit Sicherheit zu constatiren, zum Theil wohl schon deshalb, weil die Differenzen erst dann eclatant werden könnten, wenn die Saprophyten der Milch die infectiösen Keime bereits stark beeinträchtigt oder auch ganz verdrängt haben.[1]

Aus dem Angeführten ergiebt sich, dass Soda und Natron bicarbonicum als Conservirungsmittel durchaus unbrauchbar sind. Die Bacterienentwickelung wird durch sie in keinem Falle behindert, höchstens wie bei Cholera asiatica befördert. Würden sie die spontane Gerinnung der Milch regelmässig wesentlich verzögern, wie das bisher vielfach angenommen wurde, so würden diese Zusätze geradezu gefährlich sein, da sie das deutlichste Symptom eines grossen Bacterienreichthums der Milch verdecken würden. Glücklicherweise ist, wie oben hervorgehoben wurde, diese Wirkung thatsächlich nur gering. Immerhin ist ihre Verwendung im Kleinhandel zu verbieten, da sie unter Umständen die verdorbene Beschaffenheit der Milch zu verbergen geeignet sind.

II. Versuche mit Salicylsäure.

Die Zulässigkeit der Salicylsäure als Zusatz zu Nahrungsmitteln ist vielfach mit pharmakologischen Gründen angegriffen und vertheidigt worden. Die Angriffe, die besonders von französischer Seite[2] ausgehen, stützen sich zwar nicht auf Versuche oder Erfahrungen, sondern sind rein theoretische Erwägungen, aber sie werden dazu beitragen, den Gebrauch der Salicylsäure, besonders bei Kindern in den ersten Monaten, nicht als einwandsfrei erscheinen zu lassen.

---

[1] Bei einer für uns nicht in Betracht kommenden Zusatzmenge (10^{grm} Soda auf 100^{ccm} Milch) konnte Kitasato die Cholerabacterien bei 22° etwa 40 Stunden länger den Saprophyten und ihren Producten gegenüber lebensfähig erhalten.

[2] Vallin, Le salicylage des aliments. *Revue d'hygiène.* Févr. 1887.

Die weitere Frage, inwiefern ihre conservirenden Eigenschaften speciell für Milch sich verwenden lassen, möge im Folgenden durch die anzuführenden Versuche erläutert werden.

Zu beachten war bei diesen Versuchen, dass ein Zusatz und vollständige Lösung von 0·75 ^{grm} Salicylsäure zu einem Liter Milch hinreicht, um sich empfindlichen Personen durch einen süsslich-sauren Beigeschmack bemerkbar zu machen, sodass dies jedenfalls das grösste Quantum ist, das zur Milch zugesetzt werden kann. Mit demselben wurde auch fast durchgehends operirt.

Zu den in Tabelle B ausgedrückten Resultaten der Versuche ist Folgendes zu bemerken: Die schwach saure Reaction, welche die Milch durch die bezeichnete Zusatzmenge annimmt, wird bei Anwesenheit säurebildender Bacterien, z. B. in roher Milch, allmählich deutlicher. Die Gerinnung erleidet im Vergleich zur reinen Milch sehr entschiedene Verzögerung. Bei frischer, an Saprophyten reicher Milch betrug z. B. die Verzögerung oft 24 bis 3 × 24 Stunden; in sterilisirter Milch war selbst bei Aussaat von Hueppe's Bac. acidi lactici ein Aufschub von 2 bis 3 Tagen zu bemerken. Der Bacillus Neapolitanus Emmerich, der ziemlich lebhaft Säure bildet und andere Milchsorten zur Gerinnung zu bringen pflegt, brachte unter dem Einfluss der Salicylsäure, trotzdem er im Wachsthum nicht wesentlich behindert war, keine Coagulation zu Stande. Mittelst des Plattenverfahrens war sowohl für sterilisirte als frische Milch nachzuweisen, dass die Salicylsäure auf Saprophyten bei 22° im Anfang entwickelungshemmend, bei längerer Einwirkung — 24 Stunden — zuweilen auch abtödtend wirkte. Gegen die günstigen Bedingungen dagegen, welche sich den Pilzen bei 37° boten, vermochte die Säure wenig auszurichten.

In den angeführten Zahlen spricht sich ferner deutlich eine grössere Empfindlichkeit einzelner pathogener Bacterien gegen die Salicylsäure aus. So entwickelt sich z. B. Cholera asiatica unter ihrem Einfluss gar nicht und geht in steriler Milch bei 22° schon nach 6 bis 9 Stunden, bei 35° nach 12 bis 24 Stunden zu Grunde. Bei stärkerer Aussaat scheint sie im Stande zu sein, sich etwas länger zu behaupten. In roher Milch, wo die Choleraorganismen schnell der Uebermacht der Saprophyten weichen müssen, ist es schwer, neben dem schädigenden Einfluss der letzteren auch noch den der Säure nachzuweisen.

Eine ähnliche Empfindlichkeit weisen die Finkler-Prior'schen Spirillen auf, die bei starker Aussaat selbst bei 35° schon nach zwei Stunden sich nicht mehr in der Gelatine entwickeln. Einer längeren Einwirkung, um vernichtet zu werden, bedürfen Ribbert's Bacillen der Darmdiphtherie und der Bac. Neapolit. Emmerich. Doch erfahren auch sie, selbst bei 35°, entschiedene Behinderung im Beginne des Wachsthums; nach 24 Stunden sind sie in der Regel nicht mehr nachweisbar.

Tabelle B.

Nr.	Art der Milch	Conservir.-Mittel	Impfmaterial	Std.	In 1 ccm Milch. 22°		In 1 ccm Milch. 35°	
					Rein	Salicylsäur.	Rein	Salicylsäur.
1[1]	Sterilisirte Milch	Salicylsäur. 1:1000	B. ac. lact. 2940 (4104) K. in 1 ccm Milch.	3	—	2,500	4,920	2,900
				6	8,500	2,400	∞	13,400
				9	96,900	4,200	∞	∞
				24	∞	36,000	∞	∞
2	„	Desgl.	B. ac. lact. 7 (8) Keime.	8	70	0	12,160	130
				11	380	0	70,050	800
				24	5,757,000	0	∞	8,609,000
3	„	Desgl.	B. ac. lact. 2052 (2052) K.	3	6,000	2,850	19,000	3,9[illegible]0
				6	17,860	5,700	215,460	2,230
				24	9,633,000	0	25,650,000	2,000
4	„	Salicylsäur. 0·75:1000	Ribbert'scher Bacillus. 900 (1425) K.	6	640	460	4,750	6[illegible]0
				9	2,850	3,600	7,800	3,850
				24	2,850,000	0	18,000,000	0
5	„	1:1000	B. Neapolit. 3 (4) Keime.	6	20	0	380	10
				9	20	40	18,240	10
				24	6,400	0	∞	130,000
6	„	0·75:1000	B. Neapolit. 121 (115) K.	6	160	10	1,040	160
				9	200	120	158,250	350
				24	6,840,000	0	∞	0
7	„	0·6:1000	Finkler-Prior'sche Sp. —	6	800	70	∞	50
				9	2,200	0	10,830	0
				24	6,000	0	2,565,000	0
8	„	0·75:1000	Bac. typh. abdominalis 35 (35) K.	3	50	80	430	120
				6	190	90	42,750	100
				9	300	80	∞	400
				24	—	—	62,700,000	684,000
9	„	0·75:1000	Bac. typh. abdominalis 3080 (—) K.	3	6,080	2,470	12,730	9,120
				6	15,860	15,010	131,000	31,360
				9	53,000	8,000	6,550,000	98,000
				24	49,241,000	4,788,000	∞	35,910,000
10	„	0·75:1000	Bac. typh. abdominalis 2052 (999) K.	3	1,480	1,120	7,120	800
				6	1,800	800 (960)	11,020	1,0[illegible] (1,0[illegible])
				9	1,920	640 (800)	446,050	64,9[illegible] (513,0[illegible])
				24	5,130,000	28,000 (44,000)	46,170,000	28,785,000 (21,546,000)

[1] Die auffallend geringe Wirkung der Salicylsäure in den Versuchen 1, 3 und 5 anderen gegenüber ist darauf zurückzuführen, dass bei ersteren die Säure erst nach erfolgter Sterilisation hinzugefügt und dadurch nicht so gut gelöst war.

Tabelle B. (Fortsetzung.)

Art der Milch	Conserv. Mittel	Impfmaterial	Std.	In 1 ccm Milch. 22° Rein	In 1 ccm Milch. 22° Salicylsäure	In 1 ccm Milch. 35° Rein	In 1 ccm Milch. 35° Salicylsäure
Frisch gem. steril.	Salicyls. 0·75:1000	Chol. asiatica 23 (25) K. in 1 ccm Milch.	3	10	30	260	120
			6	180	0	2,080	0
			9	160	0	11,600	0
			24	1,000	0	∞	0
„	„	Chol. asiatica 45 (43) K.	3	50	20	100	50
			6	50	10	680	10
			9	60	20	4,440	0
			24	3,000	0	51,300,000	0
Frisch gem.	„	1200 (1000) K. in 1 ccm Milch, bei Beg. des Versuches Saprophyt.	3	640	1,000	480	720
			6	560	320	520	800
			9	1,200	480	14,060	440
			24	11,970,000	224,000	2,850,000	6,941,000
			48	∞	∞	∞	∞
„	„	in 1 ccm fr. Milch 920 (600) K., dazu Chol. as. 30 (25) K. z. L.	6	800	400	25,560	2,760
			9	5,700	600	34,200	20,800
			24	4,275,000	42,000	15,390,000	13,825,000
„	„	Nach Impfung mit Typh. ab. 1.) 86,350 (40/1) 2.) 81,500 (70/1)	3	114,570	63,800	153,900	111,150
			6	119,850	128,250	132,600	102,600
			9	102,600	153,900	112,860	51,300
			24	2,394,000	228,000	∞ T. = 0	361,000
„	„	An Saprophyt. in 1 ccm 540 K. Chol. asiatica, Auss. 1,700,000 (2,200,000) K.	3	—	—	—	—
			6			verfl., sehr viel Chol.	verfl., sehr viel Chol.
			9				
			24			20,526 Mill. (Ch.?) in 1 ccm.	25,650 M., Ch. wenig nachweisbar.
„	„	An Saprophyt. in 1 ccm 540 K. Chol. asiatica 17 (22) Keime in 1 ccm Milch.	3	—	—	1,700; Ch.?	460; Ch.?
			6			1,700; Ch. = 40	450; Ch. = 20
			9			38,190, sehr wenig Chol.	4,690; Ch. = 30
			24			20,520,000, nur Saproph.	15,390,000, Ch. nicht nachzw.
„	„	Saprophyten zu Anfang in der Milch 3990 (5700) K. Typh. abdom. Aussaat 15,120,000 in 1 ccm Milch.	3	—	—	912,000, T. vorwiegend.	1,581,000, T. vorwiegend.
			6			—	1,170,000, viel T.,
			9			11,825,000, T. sehr zahlreich.	5,130,000, T. scheint sehr abzunehmen.
			24			20,530 Mill., T. sehr vermind.	120 Mill., T. sicher noch vorhanden.
„	„	Saprophyten zu Anfang in der Milch 3990 (5700) K. Typh. abdom. Aussaat 1521 (1824) K. in 1 ccm Milch.	3	—	—	199,500; viel T.	5700; T.?
			6			253,900 „ „	118,250, T. zieml. zahlr.,
			9			741,000; T.?	285,000; T. zieml. zahlr.,
			24			∞ Saproph. b. weitem vorw.	6,840,000, T. scheint viel vorh. z. sein.

Sehr auffallend ist der Widerstand, den der Bacillus Typhi abdominalis der Salicylsäure entgegensetzt. Wenn bei einer Aussaat von 1000 bis 2000 Keimen auf den Cubikcentimeter Salicylsäuremilch nach 24 Stunden in demselben Rauminhalt 20 bis 30 Millionen Keime enthalten sind, so kommt eine ganz geringe Hemmung, die im Vergleich zur reinen Milch immerhin stattgefunden hat, für die Beurtheilung des Werthes dieser Säure gar nicht mehr in Betracht. Der betreffende Versuch, bei dem durchgehends Controlplatten angelegt worden sind, ist nicht nur durch diese so unzweideutig, sondern auch dadurch, dass mit einer anderen Portion derselben Milch eine Prüfung des Finkler-Prior'schen Kommabacillus angestellt worden ist, der nach kurzer Zeit vernichtet war. Gegen geringere Aussaaten — 35 Keime in 1 ccm — war die Salicylsäure von etwas grösserem Einfluss; doch war hier auch keine Abtödtung, sondern nur Hemmung des Wachsthums zu constatiren. Für das Verhalten der Typhusbacillen in roher Salicylsäuremilch ist eine Bestätigung durch ausgedehntere Versuche wünschenswerth.

Aus dem Angeführten ist in der That eine ganz gute antibacterielle Wirkung der Salicylsäure zu ersehen; aber sehr zu beachten bleiben doch die aus den Versuchen mit Typhus gewonnenen Ergebnisse, zumal sie einen gleich geringen Effect gegenüber den Tuberkelbacillen als sehr möglich erscheinen lassen. Daher ist der Zusatz der Salicylsäure zur Milch nur ausnahmsweise anzuwenden, etwa in Fällen, wo die Hausfrau eine Abtödtung der Keime durch Hitze nicht so schnell, als gerade nothwendig, bewerkstelligen kann. In solchen einzelnen Fällen kommt eine schädliche Wirkung der Salicylsäure wohl kaum in Betracht, und jedenfalls überwiegt der Vortheil, der durch ihre antiseptische Wirkung erzielt wird. Anders im Handel, wo solche Verfahren bald gewohnheitsmässig ausgeübt werden, so dass der Consument zu einem chronischen Genuss salicylhaltiger Nahrung gelangt, dessen Unschädlichkeit nicht ausser Zweifel steht. Die Anwendung der Salicylsäure zur Milchconservirung im Handel ist also zu verbieten; jedoch wird sie auch kaum eine weitere Verbreitung finden, da sie mit nicht unbeträchtlichen Kosten — der Liter Milch würde sich um ca. 2 Pfg. vertheuern — verknüpft ist.

III. Versuche mit Borsäure.

Ueber die Verwendbarkeit der Borsäure zur Conservirung von Nahrungsmitteln hat Forster[1] eine grössere Arbeit veröffentlicht. In derselben heisst es: „Die Borsäure (und der Borax), die namentlich nach den Ver-

[1] *Archiv für Hygiene.* Bd. I.

Tabelle C.

Art der Milch	Conserv.-Mittel	Impfmaterial	Std.	In 1ccm Milch. 22° Rein	In 1ccm Milch. 22° Borsäure	In 1ccm Milch. 35° Rein	In 1ccm Milch. 35° Borsäure
Steril. Milch	Borsäure 1 : 1000	B. ac. lact. 2940 (4104) K. in 1ccm Milch	3	—	2,100	420	3,060
			6	8,500	8,560	∞	88,350
			9	96,900	4,200	∞	∞
			24	∞	468,000	∞	∞
"	"	B. ac. lact. 7 (8) K.	8	70	40	12,160	640
			11	380	70	70,050	2,300
			24	5,757,000	4,000	∞	∞
Frisch gem.	"	Bei Beginn 800 (880) K. (Saproph.) in 1ccm Milch	6	800	1,400	49,330	720
			9	720	800	196,650	1,400
			24	2,385,000	2,000	∞	10,280,000
Steril. Milch	"	B. Neapol. 3 (4) K.	6	20	10	380	50
			9	20	40	18,240	1,040
			24	64,000	3,000	∞	∞
"	"	B. typh. abd. 35 (35) K.	3	50	80	430	—
			6	190	40	42,750	1,160
			9	300	10	∞	13,680
			24	—	—	62,700,000	∞
"	"	B. typh. abd. 3080 K. in 1ccm Milch	3	6,080	9,310	12,780	9,500
			6	15,860	8,550	131,100	43,890
			9	53,000	35,000	6,550,000	224,000
			24	19,241,000	2,000,000	∞	∞
"	"	Chol. asiat. 23 (25) K. in 1ccm Milch	3	10	160	260	300
			6	180	190	2,080	55,600
			9	160	200	11,600	Verfl.; sehr viel Chol. Spir.
			24	1,000	100,900	∞	∞
Frisch gem.	Borsäure 1·5 : 1000	In 1ccm 2850 (2050) Chol. as.; insges. in 1ccm 2280 (2850) K.	3	3,230	2,850	3,990	3,990
			6	3,990	1,900	7,980	1,710
			9	6,270	1,900	Verfl. verunr.	2,870
			24	5,130,000	60,000	7,695,000	∞
"	Borsäure 2·0 : 1000	In 1ccm Milch 540 Saprophyten; Chol. asiat. 1,700,000 (2,200,000) K.	3	—	—	—	—
			6			} verfl.; sehr viel Ch.	—
			9				9,234,000 Chol. verunr.
			24			20,526 Mill. (Ch.?)	280 Mill.; Ch.?
"	"	Chol. asiat. Aussaat 17 (22) K.	3	—	—	1,710; Ch.?	380; Ch. = 40
			6			1,710; Ch. = 40	370; Ch. = 10
			9			38,190; Ch.?	340; Ch. = 20
			24			25,520,000 nur Saprophyt.	10,280,000 nur Saproph.
"	"	In 1ccm Milch 3990 (5750) Saprophyten; Typh. abd. Aussaat 15,120,000 (18,240,000) K.	3	—	—	912,000, T. vorwiegend	25,000 } T.?
			6			—	60,000 } T.?
			9			11,825,000, T. sehr zahlreich	6,695,000, T. vorherrschend
			24			20,530 Mill., T.	680 Mill., T. vorhanden.

Tabelle C. (Fortsetzung.)

Nr.	Art der Milch	Conserv.-Mittel	Impfmaterial	Std.	In 1 ccm Milch. 22°		In 1 ccm Milch. 35°	
					Rein	Borsäure	Rein	Borsäure
10a	Frisch gem.	Borsäure 2·0:1000	Typh. abd. Aussaat 1512 (1824) K. in 1 ccm Milch.	3	—	—	199.500; viel T.	21,660 T. = 10,00
				6			253,900 „	27,700, T. [illegible] mindert
				9			741,000; T.?	456,000. [illegible] nicht ver-mindert
				24			∞; Saproph. bei Weitem vorherrschend	3,700,000, sicher nachweisbar
11	Steril. Milch	Borsäure 1·0:1000	Chol. asiatica 45 (43) K.	3	50	40	100	[illegible]
				6	50	80	680	[illegible]
				9	60	40	4,440	[illegible]
				24	3,000	0	51,300,000	10,260,000

suchen von Mitscherlich und Binswanger als sehr wenig schädlich erachtet werden darf, scheinen in kleineren Dosen von 0·3 bis 1·0 grm. selbst mehrere Mal täglich genommen, nach Erfahrungen am Krankenbett und durch Thierexperiment indifferent zu sein; erst von grösseren Gaben, die schnell auf einander folgen, erwartet man das Auftreten gastrischer Erscheinungen.“ Gestützt werden diese Ausführungen im Weiteren durch Versuche an erwachsenen Menschen.

In meinen Versuchen operirte ich mit Dosen von 1 bis 2 grm pro Liter, da diese Dosis für einen empfindlichen Geschmack die Grenze des Erlaubten bildet. In Tabelle C sind die Resultate dieser Versuchsreihe verzeichnet.

Aus den Zahlen derselben geht eine nur sehr geringe conservirende Wirkung der angewandten Mengen Borsäure hervor. Die zu Beginn schwach saure Reaction der Borsäuremilch hielt in ihrer Verstärkung gleichen Schritt mit der Säuerung der reinen Milch. Die Gerinnung beider Milchsorten trat zumeist gleichzeitig ein.

Wie schon durch diese Thatsache den Saprophyten gegenüber, so erweist sich die Borsäure auch gegen die pathogenen Bacterien, selbst gegen die überaus empfindliche Cholera asiatica, ohnmächtig. Nur in einem Falle waren nach 24 Stunden bei 22° Choleracolonieen nicht mehr zu beobachten; in den anderen, besonders bei höherer Temperatur, war kaum von einer nennenswerthen Wachsthumsbehinderung die Rede.

Versuche von Kitasato[1] bestätigen das Resultat dieser Zahlen. Er fand, dass für Typhus bei 1·5 Procent der Borsäure in Bouillon noch

[1] *Diese Zeitschrift.* Bd. III. S. 413.

Tabelle D.

Art der Milch	Conserv.-Mittel	Impfmaterial	Std.	In 1 ccm Milch. 22° Rein	In 1 ccm Milch. 22° Borax	In 1 ccm Milch. 35° Rein	In 1 ccm Milch. 35° Borax
Steril. Milch	Borax 10 proc. Lös. 3:100	B. ac. lact. Hueppe 2052 (2052) K. i. 1 ccm	3	6,000	6,080	19,000	9,500
			6	17,860	6,650	215,400	58,140
			24	9,633,000	1,140,000	25,650,000	15,190,000
"	"	Ribbert's Bac. 900 (1426) K.	6	640	3,800	4,750	1,200
			9	2,850	1,900	7,800	2,850
			24	2,850,000	20,000	18,000,000	2,679,000
"	"	Bac. Neapol. 121 (115) K.	6	160	70	1,040	240
			9	200	70	158,250	13,250
			24	6,480,000	20,000	∞	∞
"	Borax 0·2 : 100	B. typh abd. 6 (12) K. in 10 ccm	3	0	160	90	970
			9	30	30	40	—
			24	2,000	2,000	11,514,000	2,907,000
"	"	B. typh. abd. 3080 K. in 1 ccm	3	6,080	7,880	12,730	6,460
			6	15,960	7,610	131,000	42,850
			9	53,000	25,000	6,550,000	63,000
			24	49,241,000	2,736,000	∞	∞
"	Borax 10 proc. Lös. 4:100	B. typh. abd. 1282 (1425) K. in 1 ccm	3	2,470	2,280	3,420	3,420
			6	5,700	5,700	13,110	6,650
			9	7,980	4,560	73,530	6,130
			24	20,520,000	285,000	35,910,000	7,695,000
"	Borax 0·2 : 100	Chol. as. 45 (43) in 1 ccm	3	50	60	100	70
			6	50	30	680	160
			9	60	110	4,440	640
			24	3,000	0	51,300,000	51,800,000
risch em. ilch.	Borax 10 proc. Lös. 3:100	920 (600) K. in 1 ccm. Dazu 30 (25) Ch. as.	6	800	940	25,560	320
			9	5,700	280	34,200	120
			4	4,275,000	1,000	15,390,000	7,600
"	"	Nach Auss. v. Typh. abd. in 1 ccm Milch 1. 86,350 $^{40}/_{1}$ 2. 81,500 $^{70}/_{1}$	3	114,570 $^{72}/_{1}$	47,050 $^{50}/_{1}$	153,900 $^{90}/_{1}$	180,640 $^{180}/_{1}$
			6	119,850	114,000	132,600 $^{42}/_{1}$	128,250 $^{90}/_{1}$
			9	102,600	128,250	112,860 $^{1}/_{1}$	102,600 $^{11}/_{1}$
			24	2,394,000 $^{1}/_{5}$	247,000 $^{1}/_{30}$	∞ T. = 0	1022,000 $^{18}/_{1}$
"	Borax 0·4 : 100	Sehr starke Aussaat von Chol. as.	6	—	—	12,996,000 $^{10}/_{1}$	13,680,000 $^{5}/_{1}$
			9			12,825,000 $^{1}/_{20}$	76,950,000 $^{1}/_{20}$
			24			∞ $^{1}/_{100}$	30,380,000,000 $^{1}/_{30}$
"	"	Schwache Aussaat von Chol. as.	6	—	—	57,000 $^{1}/_{15}$	74,100 $^{1}/_{30}$
			9			1,174,700 Ch. = 0	205,200; Ch. = 0
			24			∞; Ch. = 0	∞ $^{1}/_{80}$ (?)
"	"	In der Milch anfangs 125 (148) K. in 1 ccm. Sehr starke Auss. v. Typh. abd.	3	—	—	1,482,000; T. vorherrsch.	684,000 $^{30}/_{1}$
			6			2,166,000 $^{10}/_{1}$	1,140,000 $^{7}/_{1}$
			9			1,539,000 $^{2}/_{1}$	771,000 $^{4}/_{1}$
			24			∞; T. = 0	76,950,000; T. sehr zurücktr.
"	"	Schwache Aussaat von Typh. abd.	3	—	—	25,080 $^{2}/_{1}$	12,350 $^{1}/_{1}$
			6			133,380 $^{1}/_{4}$	9,120 $^{1}/_{5}$
			9			∞	47,310 $^{1}/_{50}$
			24			∞; T. ?	∞, T. s. vereinz.

Wachsthum bei 2 Procent Hemmung, erst bei 2·7 Procent Vernichtung eintritt. Für Cholera sind die entsprechenden Zahlen 0·43, 0·8, 1·33 Procent, d. h. das 10- bis 20-fache der für uns in Betracht kommenden Dosen. Wir können uns demnach mit unseren Ergebnissen dem von Kitasato gezogenen Schluss durchaus anschliessen: „Es ist höchst merkwürdig, dass man die Borsäure bisher als ein wirksames Desinfectionsmittel angesehen hat. Nach meinen Untersuchungen hat sie nur eine sehr geringe Wirkung. Da die gegen alle Säuren so empfindlichen Cholerabacillen der Borsäure gegenüber unempfindlich sind, sollte man sie aus der Liste der Desinfectionsmittel streichen."

IV. Versuche mit Borax.

Die Versuche mit Borax verlangten dieselbe Abänderung der Methode. wie sie beim Zusatz von Soda und Natron bicarbonicum für nöthig befunden worden war; denn auch hier machten sich die oben beschriebenen Veränderungen der nach dem Zusatz sterilisirten Milch auf das Lebhafteste geltend.

Die Dosis, welche in den Versuchen zur Verwendung kam, ergab sich im Wesentlichen aus den oben bereits citirten Angaben Forster's zu 3—4^{grm} pro Liter; eine deutliche Geschmacksänderung der Milch tritt erst bei Zusatz von 6—8^{grm} pro Liter ein.

Die Einwirkung dieser Substanz auf das Bacterienleben in der Milch wird durch Tabelle D demonstrirt.

Wie aus dieser ersichtlich, ist die Wirkung des Borax wohl etwas günstiger, als die der Borsäure, aber immerhin noch durchaus unzureichend. Der Eintritt der sauren Reaction — soweit sie durch blaues Lackmuspapier erkennbar ist — wird etwa in demselben Maasse, wie unter dem Einfluss der kohlensauren Alkalien, verzögert; die Gerinnung wird zumal durch stärkere Dosen oft um 24 bis 25 Stunden hintangehalten.

Die Zahl der Saprophyten erscheint kaum vermindert und auch für die pathogenen Bacterien ist höchstens bei 22° und längerer Einwirkung entschiedene Hemmung zu bemerken.

V. Versuche mit Aetzkalk.

Auch bei den Versuchen mit Aetzkalk wurde die Sterilisirung der Milch in der bei den Versuchen mit Soda beschriebenen Weise vorgenommen. Der Kalk wurde in zweierlei Form zur sterilisirten Milch gebracht: 1. als pulverisirter Aetzkalk, 2. als aqua calcis; vom ersten

Tabelle E.

Nummer	Art der Milch	Conservir.-Mittel	Impfmaterial	Stunden	In 1 ccm Milch. 22°. Rein	In 1 ccm Milch. 22°. Kalk	In 1 ccm Milch. 25°. Rein	In 1 ccm Milch. 25°. Kalk
1	Steril	Aetzkalk 1·5:1000	Finkler-Prior'sche Spir.	6	800	6,080	∞	Verfl. } Reinc. von
			—	9	2,200	—	10,830	„ } Finkl.-Pr.
				24	6,000	Verflüssigt	2,565,000	„ } Spirillen
2	„	„	Bacillus typhi abdom. 2052 (999) Keime.	3	1,480	1,120	2,120	1,200
				6	1,800	800	11,020	6,270
				9	1,920	1,760	446,050	150,190
				24	5,130,000	1,995,000	46,170,000	46,170,000
3	Frisch gem.	Aqua Calcis 5:100	1200 (1000) Saprophyten bei Beginn des Versuches in 1 ccm	3	640	920	480	720
				6	560	840	520	1,360
				9	1,200	720	14,060	14,060
				24	11,970,000	5,241,000	2,850,000	9,805,000
				48	∞	∞	∞	∞
4	„	Kalkmilch 10:100	In 1 ccm Milch nach Impfung mit Typh. abd. 1. 86,350 $^{40}/_{1}$ 2. 81,500 $^{70}/_{1}$	3	114,570 $^{72}/_{1}$	280 T. = 0	153,900 $^{96}/_{1}$	40 T. = 0
				6	119,850 $^{84}/_{1}$	10 „	132,600 $^{42}/_{1}$	10 T. = 0
				9	102,600 $^{85}/_{1}$	0 „	112,860 $^{1}/_{1}$	0
				24	2,394,000 $^{1}/_{5}$	3,000 „	∞ T. = 0	0
5	„	Aqua Calcis 10:100	In der frischen Milch 920 (600) Keime in 1 ccm Milch; dazu 30 (25) Cholera asiatica.	6	800	360	25,560	960
				9	5,700	1,000	34,200	31,350
				24	4,275,000	909,000	15,390,000	4,275,000

wurde entsprechend dem auch bei anderen Mitteln geltend gemachten Maassstab 1·5^{grm} pro Liter, vom zweiten 5—10 Procent zugesetzt.

Die kurze Versuchsreihe, in den vorstehenden Zahlen (Tabelle E) dargestellt, zeigt die völlige Wirkungslosigkeit dieser Substanz gegen die geprüften Organismen.

Das Ergebniss scheint im Widerspruch zu den Resultaten zu stehen, die Liborius bei seinen „Untersuchungen über die desinficirende Wirkung des Kalkes"[1] erzielt hat, wonach eine wässerige Kalklösung von 0·0074 bezw. 0·0246 Procent im Stande sein soll, die erstere Typhus, die zweite Cholera zu vernichten. Dieser Widerspruch löst sich durch die Erwägung, dass in der Milch reichlich Carbonate und Phosphate vorhanden sind, die mit dem an und für sich wirksamen Aetzkalk unwirksame Verbindungen bilden. Da es aber ohne sehr erhebliche Geschmacksveränderung der Milch nicht möglich ist, so viel Aetzkalk hinzuzufügen, wie erforderlich ist, um die Phosphate u. s. w. zu binden und noch im Ueberschuss freien Aetzkalk zu gewähren, so ist auch dieses chemische Mittel als ungeeignet zur Conservirung der Milch zu bezeichnen.

So wenig brauchbar nach den obigen Resultaten die chemischen Substanzen als Conservirungsmittel der Milch erscheinen, so werden sie dennoch in umfangreichster Weise, besonders im Kleinhandel, verwendet. Da sie aber meist eine nur ungünstige Wirkung ausüben, ist es nothwendig, einfache Nachweise derselben in der Milch zu ermöglichen. Die bisher empfohlenen Methoden erfordern fast alle ein umständliches Verfahren und Uebung in chemischen Arbeiten, während gerade für diesen Zweig der Nahrungsmittelcontrole auch Laien (Polizeibeamten) einfache Manipulationen zur Ermittelung der Zusätze angegeben werden müssen.

Für die kohlensauren Alkalien ist die am meisten angewandte Probe die Schmidt'sche Rosolsäure-Probe: Milch zu gleichen Theilen mit Alkohol und einigen Tropfen Rosolsäure versetzt, nimmt in reinem Zustande eine bräunlichgelbe Farbe an, bei Anwesenheit freien Alkalis erscheint sie rosenroth gefärbt. Diese einfache Methode ist ziemlich genau. In gewöhnlichen Reagenzgläsern konnten mit ihrer Hülfe 0·3 Procent der Alkalien in Milch (also Mengen, wie sie mindestens der Milch zugesetzt werden müssen, um irgend eine Wirkung zu erzielen) nachgewiesen werden; in dickeren Schichten noch weniger. Die Methode ist auch für Borax und Kalk mit gleichem Erfolge verwerthbar.

Einige andere bisher geübte Methoden sind weniger genau oder ziemlich complicirt.

[1] *Diese Zeitschrift.* Bd. III.

Dagegen fand ich die mehrfach erwähnte Farbenveränderung, die beim Sterilisiren der Milch eintritt, als sehr geeignet zum Nachweis alkalischer Zusätze, gleichviel ob Soda, Natron bicarbonicum, Borax oder Kalk. Ich setzte verschiedene Mengen der Zusätze zur Milch und überliess diese in gleich dicken Reagenzgläsern zwei Stunden lang der Hitze strömender Wasserdämpfe.

Dabei ergaben sich folgende Farbendifferenzen:

1. reine Milch	schwach gelblich verfärbt.
2. mit Soda 0.05 Procent . . .	unwesentlich stärker verfärbt
3. mit Soda 0·1 Procent. . . .	wie 2.
4. mit Soda 0.2 Procent . . .	stark rothbraun.
5. mit Soda 0·3 Procent . . .	fast roth.
6. mit Natron bic. 0,05 Procent .	wie 2.
7. mit Natron bic. 0·1 Procent .	stärker verfärbt.
8. mit Natron bic. 0·2 Procent .	stark rothbraun.
9. mit Natron bic. 0.3 Procent .	roth.

So weist diese Probe schon 0·1 Procent Natron bicarbonicum und 0·2 Procent Soda mit sicherer Deutlichkeit nach. Noch schärfer ist sie für Aetzkalk, der schon bei 0·05 Procent deutlich erkennbar wird.

Von Borax können 0·2 Procent auf diese Weise in der Milch ermittelt werden.

Zum Vergleich ist stets eine Probe chemisch reiner Milch in gleich weitem Gefäss, wie die zu prüfende, dem Verfahren zu unterwerfen. Die Resultate werden um so evidenter, je dicker die Schicht ist, auf welche die Hitze einzuwirken hat; zum Vergleich der Proben sind daher möglichst weite Reagenzgläser oder Kolben zu benutzen.

Zur Feststellung der praktischen Brauchbarkeit der Methode würde es noch erforderlich sein, reine Milch verschiedenster Herkunft und namentlich von in verschiedenster Weise gefütterten Kühen auf ihre Farbenänderung durch zweistündiges Erhitzen zu prüfen. Mir sind bei meinen bisherigen Versuchen keine augenfälligen Differenzen vorgekommen; doch ist es nicht ausgeschlossen, dass Milchsorten von natürlicher stärkerer Alkalescenz vorkommen, die intensivere Verfärbung erleiden. Dadurch würde jedoch höchstens der Nachweis sehr kleiner Mengen von Alkalizusätzen zweifelhaft werden.

Für Borsäure (und Borax) sind bisher keine einfachen Methoden bekannt; die Flammenreaction erfordert zu grosse Mengen von diesen Substanzen, als dass sie unseren Zwecken dienlich sein könnte. Für die brauchbarste Probe wird noch die Meissl'sche erklärt werden müssen. Danach werden 100^{ccm} Milch mit Kalkmilch verascht, die Asche in mög-

lichst wenig concentrirter HCl gelöst, dann abfiltrirt; das Filtrat wird eingedampft, mit wenig stark verdünnter Salzsäure befeuchtet, der entstehende Brei mit Curcumatinctur durchtränkt und auf dem Wasserbade eingetrocknet. Bei Gegenwart der geringsten Spur Borsäure erscheint der trockene Rückstand deutlich zinnober- bis kirschroth.

Man wird übrigens, bei der völligen Unwirksamkeit der Borsäure, auf den Nachweis kleiner Mengen derselben verzichten können.

Für Salicylsäure giebt Gerber[1] zwei einfache Methoden an, von denen die eine im Zusatz von Kupfersulphat zur Milch besteht, wodurch eine smaragdgrüne Färbung zu Stande kommt. Diese Reaction ergab mir keine hinreichend prägnante und constante Farbendifferenzen. — Die zweite Methode giebt Gerber (gleich Anderen) wie folgt an: „Man coagulirt 100 ccm oder mehr Milch mit 70 procentigem Alkohol, filtrirt, dampft auf ein Achtel ein und filtrirt von Neuem. Das Filtrat wird mit dem gleichen Volumen Aether aufgenommen. Die ätherische Lösung giesst man in ein Reagenzglas und prüft eine Probe mit Eisenchlorid: rothviolette Färbung zeigt Salicylsäure an." Für eine marktpolizeiliche Controle erscheint diese Methode zu complicirt; berücksichtigt man aber nur die Mengen von Salicylsäure, von welchen ab eine entschiedene Einwirkung auf die Bacterien der Milch beginnt, so ist die Eisenchlorid-Methode erheblich zu vereinfachen. Denn auch ohne Coagulation durch Alkohol, Eindampfen u. s. w. erhält man die Reaction hinreichend deutlich, wenn man 1 procentige Eisenchloridlösung zur Salicylsäuremilch fügt; und zwar tritt die violette Färbung noch deutlich bei einem Gehalt von 0.0075 Proc. ein; ein Minimum ist bei 0·005 gegeben, wo die Verfärbung eine graubraune gegenüber der gelblichen der reinen Milch ist. Für die praktische Prüfung auf Salicylsäure ist damit ein hinreichend genaues und sehr bequemes Verfahren gegeben. —

Am Ende dieser Ausführungen über die gebräuchlichen chemischen Conservirungsmittel der Milch seien die wesentlichen Gesichtspunkte noch einmal kurz zusammengefasst:

1. Es werden der Milch zum Zwecke der Conservirung sowohl Seitens der Milchproducenten und Milchhändler, als auch im Haushalte vielfach gewisse chemische Substanzen zugesetzt, namentlich Natron bicarbonicum, Soda, Kalk, Borax, Borsäure und Salicylsäure.

2. Directe Untersuchungen über den Einfluss dieser Chemikalien auf das Bacterienleben, die Säurebildung und die Gerinnung der Milch lassen dieselbe jedoch nicht als geeignete Conservirungsmittel erscheinen:

[1] *Chem. Phys. Analyse der verschiedenen Milcharten* u. s. w. — Bremen 1880.

a) Soda und Natron bicarbonicum wirken auf keine der untersuchten Bacterienarten hemmend; die Gerinnung der Milch wird nicht verzögert, die Vermehrung mancher pathogener Bacterien, z. B. der Cholerabacillen, vielmehr begünstigt. — Diese Zusätze erscheinen um so bedenklicher, als sie durch Neutralisation der Säure die Gerinnung der Milch hemmen sollen und uns damit des einfachsten Mittels zur Erkennung ihrer verdorbenen Beschaffenheit berauben.

b) Kalk entfaltet in den zulässigen Dosen keine, Borax geringfügige Bacterien hemmende Eigenschaften; Borsäure ist in der Milch und gegenüber den untersuchten Bacterienarten von minimalster, kaum merklicher Wirkung.

c) Salicylsäure zeigt zwar wesentlich energischere Bacterienhemmung als die bereits genannten Mittel, unter Umständen sogar Tödtung mancher Bacterienarten. Andere Arten dagegen, darunter die Typhusbacillen, werden von denselben Dosen der Salicylsäure so gut wie gar nicht beeinflusst.

3. Im Milchhandel sind daher alle üblichen conservirenden Zusätze zu beanstanden. Im Haushalt kann höchstens die Anwendung der Salicylsäure empfohlen werden, jedoch auch nur dann, wenn ausnahmsweise vollkommenere Conservirungsmethoden nicht anwendbar sind.

4. Zur raschen Erkennung conservirender Zusätze in der Milch genügt es:

a) eine Probe 1—2 Stunden lang zu erhitzen. Eine braune bis braunrothe Verfärbung der Milch deutet auf Zusatz eines alkalischen Conservirungsmittels, wie Soda, Natron bicarb., Borax, Kalk.

b) eine zweite Probe mit einigen Tropfen einer verdünnten Eisenchloridlösung zu versetzen; violette Färbung zeigt Salicylsäure an.

Borsäure ist in den kleinen Dosen, welche der Milch ohne Geschmacksveränderung zugesetzt werden können, durch ein schnelles und einfaches Verfahren nicht nachweisbar. Derartige Dosen sind aber auf die Conservirung der Milch ohne Einfluss und für den menschlichen Körper unschädlich.

Andere chemische Zusätze, die als Conservirungsmittel der Milch noch in Betracht kommen könnten, näher zu prüfen, lag keine Veranlassung vor. Es ist zwar noch eine grössere Anzahl solcher Mittel — zum Theil in Form von Geheimmitteln — empfohlen, so H_2O_2, Ozon, Benzoësäure u. a. m., doch wissen wir theils aus zahlreichen Versuchen, dass diese Substanzen erst in relativ hoher Dosis eine bacterientödtende Wirkung entfalten, theils sind sie in den erforderlichen Dosen nicht mehr indifferent für den menschlichen Organismus.

Ausser den chemischen Zusätzen kommt aber noch eine Reihe von anderen Mitteln für die Conservirung der Milch in Betracht, und es war meine Aufgabe, auch die Wirkungsweise dieser Mittel näher zu prüfen. Von einem derselben abgesehen, in welchem durch Compression[1]) mittelst Druckes von 2 bis 4 Atmosphären die Conservirung angestrebt wurde, suchen sie alle durch starke Aenderung der Temperaturbedingungen das Bacterienleben zu beeinflussen. So bemühte sich Lezé,[2] die Milch durch Gefrieren vor dem Verderben auf dem Transport zu bewahren; hierbei wird jedoch niemals eine Abtödtung der Keime, insbesondere der pathogenen, erzielt und daher ist diese Methode — vorausgesetzt, dass sie auch durch die Kosten nicht ungeeignet ist — höchstens als Vorläufer späterer sicherer Abtödtungsmittel zu betrachten.

Die anderen Verfahren bedienen sich zur Erreichung ihres Zweckes gesteigerter Temperaturen. Unter ihnen wird in neuerer Zeit, besonders aus ökonomischen Rücksichten, in grösseren Milchwirthschaften das „Pasteurisiren" am meisten geübt.

Das Pasteurisiren der Milch besteht in schnellem Erwärmen auf 60° bis 80° und sofortigem Abkühlen auf ca. 8°. Durch das Erhitzen sollen die Gährungserreger zum grössten Theil getödtet, durch das schnelle Abkühlen soll vermieden werden, dass dem nicht getödteten Theil derselben zu neuer, rascher Vermehrung wieder günstige Temperaturbedingungen geboten werden. Die für den Zweck der Abtödtung von Mikroorganismen relativ niedrig bemessenen Temperaturen von 60° bis 80° wählte man deshalb, damit die Milch nicht den Geschmack der gekochten Milch annehme und dadurch ihre Verkaufsfähigkeit Schaden leide.

Unter den zahlreichen Constructionen von Pasteurisir-Apparaten ist eine der gebräuchlichsten die von Thiel angegebene. Der Apparat besteht im Wesentlichen aus einem hohlen, weiten Kupferblechcylinder mit wellenförmiger Wandung, über dessen innere Fläche die Milch aus einem im Deckel des Cylinders angebrachten Vertheiler in dünner und gleichmässiger Schicht herabrieselt. In einem Abstande von etwa 5 cm wird der Cylinder umgeben von einem zweiten glatten Cylinder von Eisenblech, welcher zum Schutze gegen übermässige Wärmeabgabe aussen mit Holz verkleidet ist. Der Mantelraum zwischen den beiden Cylindern wird mit Wasser gefüllt, welches durch den aus einem Dampfkessel einzulassenden Dampf leicht auf beliebige Temperatur bis zu 100° erwärmt werden kann. Hierbei wird die auf der inneren Wand des inneren Cylinders herabrieselnde Milch ebenfalls entsprechend erwärmt. Am Grunde des Cylinders angekommen,

[1] Dingler's *Polytechn. Journal.* 1879. 232. S. 44.
[2] *Milchzeitung.* 1888. Nr. 45.

verlässt die Milch durch einen am Boden angebrachten Hahn den Apparat und fliesst auf den Kühler.

Mit einem Apparat dieser Construction habe ich einige Versuche angestellt. Ich glaubte gerade diesen Apparat als Typus der bisher benutzten Pasteurisirapparate wählen zu sollen, weil derselbe besonders verbreitet ist und über seine Wirkung schon von anderer Seite Untersuchungen mit relativ günstigem Resultat angestellt sind.

Fleischmann[1] untersuchte, wie weit durch das Pasteurisiren die Haltbarkeit der Milch vermehrt wird, und fand, dass die pasteurisirte Milch etwa 20 bis 48 Stunden später säuerte als rohe Milch.

Van Geuns,[2] welcher unter Forster's Leitung arbeitete, kam zu ähnlichen Resultaten.

Vom hygienischen Standpunkte ist es vor Allem wichtig, zu erfahren, ob die Milch durch Behandlung mit den gebräuchlichen Pasteurisirapparaten auch von etwa in ihr enthaltenen pathogenen Keimen befreit werden kann. Eine kurze Mittheilung über derartige Versuche hat Forster[3] gegeben, welcher fand, dass Cholerabacillen und ebenso Finkler-Prior'sche Spirillen beim Pasteurisiren schon durch Temperaturen von 54° bis 55° getödtet werden.

Ich selbst habe Versuche in der Weise angestellt, dass ich Milch mit verschiedenen pathogenen Bacterien versetzte und prüfte, ob dieselben beim Pasteurisiren im Thiel'schen Apparat abgetödtet werden und welche Temperaturen dazu erforderlich sind.

Am wichtigsten schien mir die Prüfung für Cholera- und Typhusbacillen, sowie für Eiterbacterien zu sein; ausserdem wählte ich noch den Bacillus Neapolitanus als Versuchsobject.

Die Versuchsanordnung war folgende. 20 Liter gewöhnlicher Marktmilch wurden mit sehr grossen Mengen concentrirter Aufschwemmungen der betreffenden Bacterien versetzt und die letzteren durch Rühren in der ganzen Milchmasse vertheilt. Die Saprophyten in der Milch vorher abzutödten schien mir vorläufig nicht nöthig, ja nicht einmal wünschenswerth. Blieben dieselben in der Milch, so hatte man in den Versuchen nämlich zugleich die Möglichkeit, die Wirkung des Pasteurisirens auf die Gährungserreger zu studiren. Die inficirte Milch liess ich nun durch den kleinen Thiel'schen Apparat hindurchlaufen, und zwar zunächst mit der vom Fabrikanten vorgeschriebenen Geschwindigkeit, so dass etwa in 40 Secunden ein Liter den Apparat passirte.

In der Abflussöffnung des Apparates war ein Thermometer angebracht,

---

[1] *Milchzeitung.* 1884. Nr. 22.

[2] *Archiv für Hygiene.* Bd. III. S. 464.

[3] *Over het Pasteuriseeren van Bacterien.* Amsterdam 1886.

an welchem die Temperatur der abfliessenden Milch abgelesen werden konnte. Durch entsprechende Stellung des Dampfhahnes war es leicht, der abfliessenden Milch eine einigermassen constante Temperatur zu geben, aber auch innerhalb des Versuches mit der Temperatur beliebig zu wechseln.

Meist liess ich, wie aus der Tabelle zu ersehen, in jedem Versuch mehrere Temperaturabstufungen zwischen 60° und 80° auf die Milch einwirken. In einigen Versuchen wurde die Temperatur auch bis auf 96° erhöht.

Von Zeit zu Zeit wurden Proben der abfliessenden Milch in sterilisirten Reagensgläsern aufgefangen und sofort in kaltem Wasser abgekühlt. Bei jedem Gläschen wurde die Temperatur, welche die ausfliessende Milch hatte, notirt.

Von jeder Probe wurde dann sogleich $^1/_4$ bis $^1/_2$ ccm zu verflüssigter Gelatine zugefügt und zu Platten ausgegossen, um zu erfahren, wieweit pathogene Bacterien und Saprophyten abgetödtet waren. Stets wurde in einer Probe der nicht erhitzten Milch durch das Plattenverfahren die Anwesenheit einer grossen Zahl der betreffenden pathogenen und saprophyten Keime sichergestellt.

In den meisten Versuchen habe ich gleichzeitig zu ermitteln versucht, ob eine länger dauernde Einwirkung der Pasteurisirtemperatur, als sie bei der vorgeschriebenen Durchflussgeschwindigkeit stattfindet, eine sicherere Abtödtung von Saprophyten und pathogenen Bacterien bewirkt. Die längere Einwirkung konnte nur dadurch erzielt werden, dass man die vom Cylinder herabrieselnde Milch auf dem Boden derselben noch einige Zeit festhielt, denn das Herunterrieseln selbst zu verlangsamen, war selbstverständlich unmöglich. Ich liess daher die Milch oben in derselben Menge zufliessen, wie sonst, dagegen verengerte ich die Ausflussöffnung so, dass nur etwa ein Liter in 100 Secunden abfloss.

Die Resultate meiner Versuche sind aus der Tabelle F S. 235 zu ersehen. Staphylokokken wurden in den Versuchen II und III bei Pasteurisirtemperaturen zwischen 65° und 80° und bei normaler Durchflussgeschwindigkeit ziemlich sicher vernichtet. Cholera asiatica war im Versuch IV nach Einwirkung von Temperaturen zwischen 62° und 70° nicht mehr nachzuweisen. Bei normaler Durchflussgeschwindigkeit waren dagegen Typhusbacillen nur bei Temperaturen über 70° meistens vernichtet, bei Temperaturen unterhalb dieser Grenze wurden stets noch viele lebensfähige Keime gefunden. Indessen war die Abtödtung auch bei Pasteurisirtemperaturen über 70° durchaus nicht ganz sicher, wie z. B. aus Versuch V Nr. 5 und aus Versuch VI 1—5 hervorgeht, wo trotz der Erreichung von 75° bis 77° noch viele Typhusbacillen am Leben blieben. Wenn die Temperaturen bei verlangsamtem Durchfluss länger einwirkten

Tabelle F.

Pasteurisir-Versuche.

	Nr.	Zeit	Grad	Abflussgeschwindigk.	Impfmaterial	Resultat.	
I.	1	11h 43' —"	66	1 Liter in 40"	Typh. abdom.	Keine Typh. Zahlr. Sapr.	
	2	44' 30"	72	„	„	„ „ „ „	
	3	45' —"	74	„	„	„ „ „ „	
	4	45' 30"	74	„	„	„ „ „ „	
II.	1	11h 45' 30"	75	1 Liter in 40"	Staph. aureus	30 Saproph.	Staphyloc. nirgends mehr nachzuweisen.
	2	46' —"	69	„	„	300 „	
	3	46' 15"	75	„	„	10 „	
	4	46' 30"	78	„	„	2 „	
	5	47' —"	80	„	„	— „	
	6	47' 30"	73	„	„	20 „	
	7	47' 45"	66	„	„	150 „	
	8	48' —"	73	„	„	350 „	
II.	1	5h 12' 30"	75	1 Liter in 40"	Staph. aureus	Steril. Kein Staphyloc.	
	2	12' 40"	81	„	„	„ „ „	
	3	13' 10"	75	„	„	„ „ „	
	4	13' 20"	78	„	„	„ „ „	
	5	14' —"	65	„	„	Wenig Saproph. Staphyl.?	
	6	14' 18"	65	„	„	„ „ „	
	7	14' 50"	68	„	„	Steril. Kein Staphyloc.	
	8	15' 5"	70	1 Liter in 100"	„	„ „ „	
	9	15' 50"	75	„	„	„ „ „	
	10	17' 25"	72	„	„	„ „ „	
	11	18' —"	69	„	„	„ „ „	
	12	18' 40"	67	„	„	Viel B. ac. lact. Staph. (?)	
	13	19' 50"	68	„	„	„ „ „ „ „ „	
	14	20' 30"	71	„	„	Steril. Kein Staphyloc.	
	15	21' 55"	74	„	„	„ „ „	
	16	23' 30"	75	„	„	„ „ „	
	17	25' 40"	80	„	„	„ „ „	
.	1	4h 32' —"	69	1 Liter in 40"	Cholera asiat.	Viel Saproph. Keine Ch.(?)	
	2	32' 30"	70	„	„	„ „ „ „	
	3	32' 50"	70	„	„	„ „ „ „	
	4	33' —"	70	„	„	„ „ „ „	
	5	34' 30"	66	1 Liter in 100"	„	Sehr viel Saproph. „ „	
	6	34' 50"	62	„	„	„ „ „ „ „	
	7	35' 30"	63	„	„	„ „ „ „ „	
	8	36' 20"	65	„	„	„ „ „ „ „	
	9	39' 30"	70	„	„	„ „ „ „ „	
	10	41' 50"	63	1 Liter in 40"	„	„ „ „ „ „	
	11	43' 35"	65	„	„	„ „ „ „ „	
	12	44' —"	66	„	„	„ „ „ „ „	

	Nr.	Zeit	Grad	Abflussgeschwindigk.	Impfmaterial	Resultat
V.	1	11h 21' 55"	78	1 Liter in 40"	Typh. abdom.	200 Saproph. Kein Typh.
	2	22' 5"	77	,,	,,	200 ,, ,, ,,
	3	22' 45"	76	,,	,,	150 ,, ,, ,,
	4	22' 55"	77	,,	,,	200 ,, ,, ,,
	5	23' 15"	77	,,	,,	200 ,, Viel Typhus
	6	23' 25"	77	,,	,,	100 Saproph. Kein Typh.
	7	28' 30"	61	1 Liter in 100"	,,	—
	8	30' 10"	70	,,	,,	Viel Sapr.; einige Typh.
	9	31' 5"	63	,,	,,	,, ,, ,, ,,
	10	33' 50"	65	,,	,,	,, ,, viel Typh.
	11	34' 20"	67	,,	,,	Zahlreiche, besonders verflüssigende Saproph.; kein Typhus.
	12	34' 40"	68	,,	,,	
	13	35' 20"	71	,,	,,	
	14	35' 50"	73	,,	,,	
	15	36' 25"	75	,,	,,	
	16	37' 20"	77	,,	,,	
	17	38' 20"	79	,,	,,	
	18	39' 20"	80	,,	,,	Steril
	19	39' 40"	95	,,	,,	,,
VI.	1	5h 20' 50"	77	1 Liter in 40"	Typh. abdom.	Zahlr. Saproph. u. Typh. B.
	2	21' 30"	75	,,	,,	,, ,, ,, ,,
	3	21' 55"	75	,,	,,	,, ,, ,, ,,
	4	22' 40"	75	,,	,,	,, ,, ,, ,,
	5	23' 18"	77	,,	,,	,, ,, ,, ,,
	6	28' 45"	74	,,	,,	50—100 Sapr. Kein T. abd.
	7	29' —"	76	,,	,,	,, ,, ,, ,,
	8	29' 25"	75	,,	,,	,, ,, ,, ,,
	9	30' 30"	75	,,	,,	,, ,, ,, ,,
	10	31' 50"	75	,,	,,	,, ,, ,, ,,
	11	32' —"	76	,,	,,	,, ,, ,, ,,
	12	32' 12"	77	,,	,,	,, ,, ,, ,,
	13	32' 45"	75	,,	,,	,, ,, ,, ,,
	14	33' 40"	70	1 Liter in 100"	,,	Spärliche Sapr. Kein T. abd.
	15	33' 50"	69	,,	,,	,, ,, ,, ,,
	16	34' 5"	72	,,	,,	,, ,, ,, ,,
	17	34' 30"	75	,,	,,	,, ,, ,, ,,
	18	35' 50"	65	,,	,,	Sehr viel Sapr. T. abd.
	19	36' 5"	66	,,	,,	,, ,, ,, ,,
	20	36' 40"	69	,,	,,	Weniger Sapr. Kein T. abd.
	21	37' 10"	72	,,	,,	Wenig Saproph. Kein Typh.
	22	37' 30"	74	,,	,,	,, ,, ,, ,,
	23	37' 40"	75	,,	,,	,, ,, ,, ,,
	24	39' —"	76	,,	,,	,, ,, ,, ,,
	25	30' 40"	78	,,	,,	,, ,, ,, ,,
	26	40' —"	79	,,	,,	,, ,, ,, ,,
	27	40' 20"	80	,,	,,	Steril

	Nr.	Zeit	Grad	Abflussgeschwindigk.	Impfmaterial	Resultat
VII.	1	5^h 47′ 50″	75	1 Liter in 40″	Bac. Neapolitanus Emmerich	Je 200, besonders verflüssigende Saprophyten; einzelne Neapolit.
	2	48′ 15″	75	„		
	3	49′ —″	77	„		
	4	49′ 15″	75	„		
	5	50′ 5″	75	„		
	6	50′ 45″	76	„		
	7	51′ —″	77	„		
	8	53′ —″	76	„		100–200 Sapr. Kein Neap.
	9	53′ 15″	75	„		„ „ „ „
	10	53′ 49″	75	„		„ „ „ „
	11	54′ —″	76	„		„ „ „ „
	12	54′ 10″	77	„		„ „ „ „
	13	54′ 25″	80	„		„ „ „ „
	14	54′ 25″	78	„		„ „ „ „
	15	54′ 50″	77	„		„ „ „ „
	16	55′ —″	76	„		„ „ „ „
	17	55′ 15″	72	„		„ „ „ „
	18	55′ 30″	77	„		„ „ „ „
	19	56′ —″	75	„		„ „ „ „
	20	56′ 30″	78	„		„ „ „ „
	21	57′ 15″	65	„		Viel Sapr. und Neapolit.
	22	57′ 20″	62	„		„ „ „ „
	23	57′ 35″	67	„		„ „ „ „
	24	57′ 50″	66	„		„ „ „ „
	25	58′ —″	65	„		„ „ „ „
	26	58′ 20″	65	„		„ „ „ „
	27	58′ 35″	65	„		„ „ „ „
	28	58′ 45″	64	„		„ „ „ „
	29	59′ —″	68	„		„ „ „ „
	30	59′ 15″	69	„		Saprophyten. Kein Neapolit.
	31	59′ 30″	73	„		„ „ „
	32	6^h 1′ —″	84	„		„ „ „
	33	2′ —″	96	„		Steril
	34	2′ 30″	96	„		„
III.	1	4^h 47′ 22″	78	1 Liter in 40″	Bac. Typh. abdomin. Die Saprophyten vorher durch Erhitzen auf 90° zum grössten Theile abgetödtet	Steril
	2	47′ 40″	75	„		„
	3	47′ 58″	76	„		„
	4	48′ 48″	77	„		„
	5	49′ 38″	68	„		Kein Typhus
	6	49′ 58″	65	„		Mehrere Typhus
	7	50′ 25″	62	„		Viel Typhus
	8	55′ 17″	74	„		„
	9	55′ 27″	73	„		Steril
	10	56′ 20″	75	„		„
	11	56′ 35″	77	„		„
	12	57′ 14″	75	„		„

	Nr.	Zeit	Grad	Abflussgeschwindigk.	Impfmaterial	Resultat
VIII	13	4h 57' 28"	75	1 Liter in 40"		Steril.
	14	57' 39"	75	"	Bac. T. abd.	"
	15	57' 48"	74	"	Die Sapr.	"
	16	58' 29"	66	"	vorh. durch	30—40 Sapr.; einige T. abd.
	17	58' 43"	63	"	Erhitzen	Sehr viel Typhus.
	18	59' 2"	61	"	auf 90° zum	" " "
	19	5h 1' 16"	66	"	grössten	Einige Saproph. Kein Typh.
	20	1' 34"	68	"	Theil ab-	" " " "
	21	1' 46"	71	"	getödtet.	" " " "
	22	2' —"	70	"		" " " "

so blieben, wie aus Versuch V 8 zu ersehen, auch bei 70° noch lebende Typhusbacillen zurück. Dabei ist wohl zu bedenken, dass das Resultat „kein Typhus“ resp. „keine Cholera“ durchaus unsicher ist, sobald einigermassen zahlreiche Saprophyten vorhanden sind, welche die Unterscheidung der Colonieen erschweren.

Bacillus Neapolitanus verhält sich ähnlich wie Typhus. Auch seine Abtödtung gelingt bei 75° im Thiel'schen Apparat noch nicht sicher.

Was die zufällig in der Milch enthaltenen Saprophyten anlangt, so zeigen dieselben ein verschiedenes Verhalten, was offenbar wohl damit zusammenhängt, dass das Verhältniss von widerstandsfähigen und weniger widerstandsfähigen Keimen in der Milch manchem Wechsel unterworfen ist. Im Allgemeinen kann man sagen, dass mit der Höhe der Temperatur die Zahl der lebensfähig bleibenden Saprophyten abnimmt. Bei Temperaturen über 80° war die Abtödtung meist eine ziemlich vollständige. Zwischen 70° und 80° ist die Wirkung durchaus unsicher, selbst bei verlängerter Einwirkung, einmal findet Abtödtung ziemlich vollständig statt, das andere Mal nicht. Unterhalb 70° bleiben stets sehr viele Saprophyten lebensfähig.

Im Ganzen geht aus meinen Versuchen hervor, dass die Leistungen des Thiel'schen Apparates weder in der Wirkung auf die pathogenen Bacterien, noch auf die Saprophyten als genügend angesehen werden können. Wenn auch einige pathogene Bacterien schon bei relativ niedrigen Temperaturen abgetödtet wurden, so war doch z. B. für Typhusbacillen innerhalb der Grenzen, welche für die Ausführung des Pasteurisirens praktisch in Betracht kommen, die Wirkung viel zu unsicher. Selbst bei der höchsten im Thiel'schen Apparat praktisch noch durchführbaren Verlängerung der Temperatureinwirkung war bei 70° noch keine sichere Abtödtung des Typhus zu erzielen. Das Verhalten der Tuberkelbacillen, das von weit grösserem praktischen Interesse ist, konnte leider wegen der Schwierigkeit des Nachweises der Tuberkelbacillen nicht geprüft werden; doch

lässt ihre bekannte Resistenz für sie eine noch unvollkommenere Wirkung des Pasteurisirens erwarten. Höher wie 70° mit der Pasteurisirtemperatur heraufzugehen, ist aber praktisch unmöglich, da sonst der für den Producenten wichtigste Zweck des Pasteurisirens — die Conservirung der Milch ohne Geschmacksänderung — nicht erreicht wird. — Die in Bezug auf die Widerstandsfähigkeit der Saprophyten von mir erhaltenen Resultate sprechen ausserdem nicht sehr dafür, dass sich bei Temperaturen unterhalb 75° — und selbst bei diesen kaum — eine einigermassen sichere Conservirung der Milch im Thiel'schen Apparate erzielen lässt. Damit stimmen auch die Urtheile und Erfahrungen der Landwirthe und Molkereitechniker überein.[1] Ich selbst habe in dieser Richtung keine ausgedehnteren Versuche angestellt.

Damit ist indessen nicht gesagt, dass das ganze Princip, das dem Pasteurisiren zu Grunde liegt, als zur Abtödtung der Krankheitserreger und zur Conservirung der Milch ungeeignet zu verwerfen sei. Da beim kurzen Erhitzen auf etwa 70° doch, wie aus meinen Versuchen hervorgeht, zahlreiche pathogene Bacterien vernichtet werden und die Menge der Saprophyten wenigstens stark vermindert wird, und da diese Wirkungen durch Verlängerung der Einwirkungsdauer der Temperatur noch gesteigert werden können, so ist immerhin zu hoffen, dass unter Benutzung meiner Erfahrungen sich mit entsprechend construirten Apparaten vielleicht Besseres erreichen lässt. —

Die vollständig von Bacterien durch Erhitzen in gespanntem Dampf in geschlossenen Gefässen conservirte Milch, wie die Scherff'sche, ist von pathogenen Bacterien sowohl wie von Saprophyten frei, aber dieselbe hat durch das starke Erhitzen in Geschmack und Aussehen sehr bedeutend gelitten. Ich habe in verschiedener Weise versucht, ob sich nicht die Verfärbung und Geschmacksänderung auf ein geringeres Maass herunterbringen lassen. Bei diesen Versuchen, in welchen die Milch in einem kleinen Autoclaven verschieden hoch und verschieden lange erhitzt wurde, bin ich zu einem sicheren Resultate nicht gekommen, da mich äussere Umstände verhinderten, die Versuche zu Ende zu führen. Doch schien es mir, dass eine Verminderung der Verfärbung sich höchst wahrscheinlich durch ein zweckmässiges Verhältniss zwischen Höhe und Dauer der Erhitzung wohl erreichen lässt.

Am Schlusse dieser Arbeit erlaube ich mir noch, Herrn Professor Dr. Flügge, sowie Herrn Dr. Bitter, Assistenten am hiesigen hygienischen Institut, meinen aufrichtigsten Dank für die mannigfache Anregung und Unterstützung bei der Ausführung meiner Arbeit auszusprechen.

[1] Vgl. *Milchzeitung*. 1887. XII. S. 228.

[Aus dem hygienischen Institut der Universität zu Breslau.]

Versuche über das Pasteurisiren der Milch.

Von

Dr. H. Bitter,
Assistenten am hygienischen Institut zu Breslau.

Zahlreiche neuere Beobachtungen und Untersuchungen haben dargethan, dass bei der Verbreitung infectiöser Krankheiten der Milch eine sehr bedeutende Rolle zufällt. Einerseits kann sie als Transportmittel der Keime menschlicher Infectionskrankheiten, wie Typhus und Cholera, die Ursache mehr weniger ausgedehnter Epidemieen werden, andererseits können durch sie manche thierische Infectionskrankheiten auf den Menschen übertragen werden. Besonders schwerwiegend ist die Gefahr einer solchen Uebertragung bei der Tuberculose. Angesichts der enormen Häufigkeit der Tuberculose unter dem Rindvieh[1] und angesichts der aus der

[1] In Berlin wurden 4·57 Procent, in München 2·44 Procent, in Augsburg 2·24 Procent, in Mühlhausen 3·4 Procent alles geschlachteten Rindviehes tuberculös gefunden. (Vgl. Schmidt-Mühlheim, *Fleischkunde*. S. 186 ff.) Nach amtlichen Feststellungen waren im Jahre 1889 von dem in den öffentlichen Schlachthäusern Oberschlesiens geschlachteten Rindvieh mit Tuberculose behaftet: 1·001 Proc. der Bullen, 7·31 Proc. der Ochsen, 9·54 Proc. der Kühe, 1·87 Proc. des Jungviehs, 0·13 Proc. der Kälber. Ueber die Häufigkeit der Tuberculose bei dem Vieh der Milchwirthschaften in den Städten und in der nächsten Peripherie derselben liegen leider keine genauen statistischen Angaben vor. Sicher kann man erfahrungsgemäss aber sagen, dass bei Kühen dieser Art die Tuberculose weit häufiger ist als bei den in den öffentlichen Schlachthäusern getödteten Thieren. Denn in die Schlachthäuser werden nur solche Thiere gebracht, welche äusserlich noch keine Erscheinungen der Seuche zeigen; die der Tuberculose Verdächtigen werden meist schon in den Dörfern geschlachtet. Man wird gewiss kaum fehl gehen, wenn man annimmt, dass mindestens 10 Procent aller dieser lange verwendeten Kühe mit ausschliesslicher Stallfütterung tuberculös sind. Da aber, wie besonders Hirschberger's Untersuchungen zeigen, ca. 50 Procent aller tuberculösen Kühe eine tuberkelbacillenhaltige Milch liefern, so ergiebt sich als wahrscheinlich, dass fast 5 Proc. sämmtlicher Milch, welche manche Städte verbrauchen, Tuberkelbacillen enthält.

Untersuchungen Gerlach's, Bollinger's und anderer[1] sich ergebenden Thatsache, dass 40 bis 50 Procent aller Milch von tuberculösen Kühen Tuberkelbacillen enthält, kann es kaum mehr zweifelhaft erscheinen, dass wir in der Milch eine der Hauptursachen der tuberculösen Erkrankungen, besonders des Kindesalters, zu suchen haben.[2]

Indessen nicht allein die specifisch pathogenen Mikroorganismen der Milch können zu Erkrankungen Anlass geben, sondern unter den zahlreichen, eigentlich saprophytischen Bacterien, welche stets in der Milch vorkommen, giebt es ohne Zweifel Arten, welche in grosser Menge, besonders in den reizbaren Darm junger Kinder eingebracht durch Herbeiführung abnormer Zersetzungen und durch Production toxischer Stoffe die Hauptursache der so viele Opfer fordernden Sommerdiarrhoe der Kinder darstellen. Besonders bei extrem hohen Aussentemperaturen scheinen derartige Bacterien sich ungemein rasch zu vermehren und in bedeutendem Maasse über die normalen Milchbacterien die Oberhand zu bekommen.

Diese Menge von Gefahren, welche die Milch für die Gesundheit des Menschen in sich birgt, muss es uns in hohem Grade wünschenswerth erscheinen lassen, ein Mittel aufzufinden, durch welches es gelingt, dieselbe von pathogenen Keimen zu befreien und auch das Leben der Saprophyten in ihr entweder ganz zu verhindern oder doch möglichst einzudämmen.

Die Verhinderung oder Beschränkung der Wucherung saprophytischer Bacterien in der Milch würde auch noch einen anderen Vortheil mit sich

---

[1] Vgl. Gerlach, *Jahresbericht der Kgl. Thierarzneischule zu Hannover.* 1869. — Günther und Harms. *Ebenda.* Bericht für 1870, 1872 u. 1873. — Bollinger, *Archiv für experimentelle Pathologie und Pharmakologie.* 1870. Bd. I. und *Tageblatt der 52. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte.* 1879. — May, Ueber die Infectiosität der Milch tuberculöser Kühe. *Archiv für Hygiene.* Bd. I. — Stein, Experimentelle Beiträge zur Infection der Milch perlsüchtiger Kühe. *Dissertation.* Berlin 1884. — Bang, *Deutsche Zeitschrift für Thiermedicin und vergl. Pathologie.* 1884. Bd. XI. — Hirschberger, *Deutsches Archiv für klinische Medicin.* 1889. Bd. XLIV. — Gebhardt, Virchow's *Archiv.* Bd. CXVIII.

[2] Durch zahlreiche Fütterungsexperimente ist nachgewiesen, dass die Tuberkelbacillen die unverletzte Schleimhaut des Digestionstractus, besonders auch die des Rachens, passiren und in den nächstgelegenen Lymphdrüsen käsige Processe hervorrufen können. Diese Thatsache ist geeignet, auf die Genese der bei Kindern so häufigen Halsdrüsen- und Mesenterialdrüsen - Tuberculose einiges Licht zu werfen. — Wesener, *Kritische und experimentelle Beiträge zur Lehre von der Fütterungstuberculose.* Freiburg i. B. 1885. — Cornil, Ueber die Durchlässigkeit der intacten Schleimhäute für das Tuberkelvirus. I. Tuberculose-Congress. Paris 1888. Ref. *Centralblatt für klin. Medicin.* 1888. S. 898. — Baumgarten, *Lehrbuch der pathol. Mykologie.* S. 602. — Vergl. ferner Meyerhofer, *Zeitschr. für klin. Medicin.* 1889, Bd. VIII. — Johne, *Deutsche Zeitschr. f. Thiermedicin u. vergl. Pathologie.* Bd. IX. — P. Hermsdorf, Ueber primäre Intestinaltuberculose, wahrscheinlich durch Nahrungsmittelinfection bedingt. *Dissertation.* München 1889.

bringen, nämlich den einer grösseren Haltbarkeit der Milch. Liegt dieser Vortheil auch vor Allem auf wirthschaftlichem Gebiete, indem dadurch der Verkaufswerth der Milch steigen kann, so ist doch auch seine hygienische Bedeutung nicht zu unterschätzen. Manchen bisher wegen zu grosser Entfernung von milchproducirenden Gegenden mangelhaft mit Milch versorgten Districten, besonders vielen grossen Städten, könnte dann reichlich gute Milch zugeführt werden.

Das einzige Mittel, welches wir zur Bekämpfung des Bacterienlebens in der Milch mit Erfolg anwenden können, ist die Hitze. Alle anderen vorgeschlagenen Mittel, vor Allem die chemischen Zusätze, müssen, wie aus den Untersuchungen von Lazarus[1] hervorgeht, in dieser Hinsicht als völlig werthlos bezeichnet werden.

Absolut zu verwerfen ist vom hygienischen Standpunkte aus auch die besonders in Frankreich in letzter Zeit üblich gewordene Conservirung der Milch durch Gefrierenlassen. Durch das Frieren werden nämlich die Bacterien nicht abgetödtet, sondern nur im Zustande des latenten Lebens gehalten. So lange die Milch gefroren ist, behält sie genau dieselben Eigenschaften, welche sie im Momente des Gefrierens hat, und zwar nicht bloss die guten, sondern auch die schlechten. Es ist möglich, durch Gefrieren selbst eine Milch zu conserviren, welche schon mit grossen Mengen von Bacterien und deren Stoffwechselproducten beladen ist, welche unmittelbar vor dem Verderben steht. Gleich nach dem Aufthauen wird solche Milch ganz normal aussehen, und doch kann sie wegen der in ihr enthaltenen grossen Zahl von Bacterien und deren Ptomaine in hohem Maasse hygienisch bedenklich sein, ganz abgesehen davon, dass bald nach dem Aufthauen das Wachsthum der Bacterien wieder beginnt und in ganz kurzer Zeit auch ein äusserlich sichtbares Verderben der Milch herbeiführt. Es ist also geradezu durch das Gefrierenlassen ein Mittel gegeben, um fast verdorbene Milch betrügerischer Weise noch verkaufsfähig zu halten.

Vor Allem aber wird der Hygieniker gegen die gefrorene Milch einwenden müssen, dass in derselben ebenso wie die Saprophyten auch etwaige pathogene Bacterien lebensfähig bleiben. Eine Abtödtung dieser findet, wie aus vielfachen Untersuchungen hervorgeht, durch Kältegrade, selbst wenn dieselben ziemlich bedeutend unter 0 liegen, sicher nicht statt. Bei der grossen Infectionsgefahr, welche, nach dem oben Gesagten, die Milch bietet, muss die Hygiene an ein Conservirungsmittel aber in erster Linie die Forderung stellen, dass es auch die Infectiosität der Milch sicher beseitigt.

[1] *Diese Zeitschrift.* Bd. VIII. p. 207.

Dieser Anforderung entspricht, wie schon erwähnt, so weit wir bis heute wissen, nur die Hitze.

Einige Minuten langes Aufkochen genügt nachweislich, um alle in der Milch enthaltenen Krankheitserreger, Milzbrandsporen nicht ausgenommen, sicher abzutödten, und auch die Saprophyten sind in ihrer weitaus grössten Mehrzahl nicht im Stande, einer kurzen Einwirkung der Siedetemperatur Widerstand zu leisten. Speciell diejenigen Bacterien, welche die Säuerung der Milch und abnorme Gährungsvorgänge veranlassen, gehen dabei sicher zu Grunde. Eine aufgekochte Milch hält sich denn auch selbst im Sommer bedeutend länger gut wie ungekochte.

Man könnte demnach glauben, dass die durch die Milch bedingte Infectionsgefahr, welche ja zweifellos die hygienisch wichtigste Folge des Bacteriengehaltes der Mich ist, am einfachsten dadurch beseitigt würde, dass von Seiten der Aerzte u. s. w. das Publicum angewiesen würde, niemals rohe Milch zu geniessen, sondern dieselbe stets vor dem Gebrauch aufzukochen. Die allgemeine Durchführung dieser Massregel scheitert indessen an der Indolenz des grossen Publicums, umsomehr weil, wenn das lästige Ueberschäumen der Milch vermieden werden soll, die Anwendung besonderer Milchkocher (Wasserbäder u. s. w.) kaum zu umgehen ist. Dazu kommt noch, dass auch die beim Kochen eintretende Geschmacksveränderung der Milch manchen von der Sterilisirung abhält. Für die Milch, welche zur Säuglingsernährung verwandt wird, und welche, wie wir fordern müssen, nicht nur von pathogenen, sondern überhaupt von Bacterien frei sein soll, würde ausserdem das Aufkochen nur bedingungsweise genügen. Hier muss auch noch das Wiederhineingelangen neuer Keime in die Milch aus unreinen Gefässen (Saugflaschen u. s. w.) sorgfältig vermieden werden, wenn nicht der Effect des Aufkochens schon nach kurzer Zeit ganz oder theilweise paralysirt werden soll.

Es ist ja nun allerdings in der neuesten Zeit von Soxhlet eine vorzügliche Einrichtung zum Selbstpräpariren keimfreier Kindermilch angegeben; aber dieselbe leistet nur etwas in den Händen von Personen, welche sehr sorgfältig und reinlich damit umgehen. In den Händen von Dienstboten und bei der ärmeren Bevölkerung werden diese Apparate — ihre allgemeine Anwendung, welche auch schon der Kosten wegen auf Schwierigkeiten stossen möchte, vorausgesetzt — ihrem Zwecke kaum entsprechen, weil es an der nöthigen Geschicklichkeit oder an der Zeit, welche zur Handhabung unbedingt erforderlich ist, fehlt.

So zweckmässig und heilsam also auch das Aufkochen der Milch im Hause bei regelmässiger und gewissenhafter Ausführung sein kann, so wird man nach dem Gesagten doch zugeben müssen, dass allein durch das Bestreben, den Consumenten zum Sterilisiren der Milch anzuhalten,

den Anforderungen der Hygiene nicht hinreichend Genüge geleistet wird. Vielmehr kann der vor Allem anzustrebende Zweck, eine von pathogenen Bacterien freie Milch und eine dauernd keimfreie Säuglingsmilch allgemein dem grossen Publicum darzubieten, nur erreicht werden durch ein Sterilisiren der Milch vor dem Verkauf von Seiten des Producenten. Dabei ist dann zugleich auch die Möglichkeit der Lösung des hygienisch für die Milchversorgung von Städten und in financieller Beziehung für den Landwirth so wichtigen Problems, der Milch eine grössere Haltbarkeit zu verleihen, gegeben.

Die Milch vor dem Verkauf so zu behandeln, dass dieselbe nicht nur von specifisch pathogenen Keimen frei ist, sondern zugleich auch eine grössere Haltbarkeit besitzt, bietet ausser den erwähnten directen Vortheilen noch den nicht zu unterschätzenden indirecten, dass der Milchproducent viel leichter geneigt sein wird, den Forderungen der Hygiene zu genügen, wenn er selbst einen handgreiflichen Nutzen für sich dabei vor Augen sieht.

Bei dem Versuch einer Lösung des Problems, welche nach dem oben Gesagten nur auf dem Wege einer zweckmässigen Erhitzung gesucht werden kann, ist vor Allem darauf zu achten, dass die mit der Milch vorgenommenen Manipulationen einerseits nicht zu complicirt sind, damit der Preis nicht zu sehr erhöht wird und die allgemeine Anwendung des Verfahrens Schaden leidet, anderntheils aber auch die Beschaffenheit der Milch nicht zu sehr verändert wird. Besonders gilt dieses in Bezug auf Geschmack und Geruch der Milch. Das Publicum hat sich mit Recht gewöhnt, in der Intactheit des eigenthümlichen Geschmackes und Geruches der frischen rohen Milch ein Criterium der guten Beschaffenheit der Verkaufsmilch zu sehen. Wird durch die Sterilisation der Rohgeschmack aufgehoben oder verändert, so fällt dieses Criterium fort, und das Publicum würde eine derartige Milch mit Misstrauen betrachten. Viele Personen, besonders ältere Kinder haben auch geradezu einen Widerwillen gegen die eigenthümliche Geschmacksveränderung, welche die Milch bei zu starkem Erhitzen und bei längerem Kochen erleidet.

Soll also die keimfreie Milch sich leicht einbürgern, so muss sie besonders in geschmacklicher Beziehung mit der rohen Milch vollständig concurrenzfähig sein.

Es sind nun schon seit längerer Zeit verschiedentlich Bestrebungen gemacht, durch Erhitzen ein hinreichendes Keimfreimachen der Verkaufsmilch zu erzielen. Aber entweder erreichen die angewandten Methoden das erstrebte Ziel gar nicht oder doch nur unvollkommen, oder sie erreichen es in einer Weise, dass darunter die Verkaufsfähigkeit der Milch leidet.

Von den bisher geübten Methoden kommt zunächst die der vollkommenen Sterilisation in verschlossenen Gefässen in Betracht.

Bekanntlich findet eine Abtödtung sämmtlicher Milchsaprophyten nur statt bei 2 bis 3 Stunden langem Kochen der Milch, oder in kürzerer Zeit (15 bis 30 Minuten) beim Erhitzen auf Temperaturen von 110° bis 115°. Dabei werden natürlich auch alle etwa in der Milch enthaltenen pathogenen Bacterien vernichtet. Nimmt man nun die Erhitzung in bacteriendicht verschlossenen (z. B. zugelötheten) Gefässen vor, so ist eine so behandelte Milch erfahrungsgemäss unbegrenzt haltbar und genügt dabei zugleich allen hygienischen Anforderungen.

Derartig vollständig keimfreie Milch repräsentiren z. B. die seit Jahren in den Handel gebrachten Milchconserven von Scherff, Nägeli, Loeflund und die Dahl'sche Milch. So empfehlenswerth nun aber auch diese Conserven an sich sind, so ist doch eine allgemeine Milchversorgung mittelst derselben undurchführbar. Schon der naturgemäss hohe Preis würde dem im Wege stehen. Weiterhin aber hat die lange Zeit auf 100° oder darüber erhitzte Milch eine Reihe von Veränderungen erlitten, welche ihren Werth selbst in den Augen der Consumenten, welche der Preis nicht zurückschreckte, herabzusetzen geeignet sind. Sie hat das eigenthümliche Aroma der rohen Milch verloren und dafür deutlich den bekannten etwas brenzlichen Geschmack der gekochten Milch angenommen. Ferner wird durch das lange Kochen der Milchzucker zum Theil caramelisirt und zwar um so mehr, je stärker alkalisch die Milch reagirt. Die Folge davon ist eine, bei manchen der genannten Präparate ziemlich hochgradige, gelbe bis bräunliche Verfärbung der Milch.

Wo es sich indessen darum handelt, Milch unbegrenzt weit transportiren zu können, z. B. auf Schiffen, Expeditionen, oder wo jede andere Milch fehlt, wie häufig in tropischen Ländern, werden natürlich die genannten Nachtheile nicht im Stande sein, den Werth der völlig sterilen Milchconserven zu schmälern.

Auch für die Säuglingsernährung lässt sich die vollkommen sterilisirte Milch sehr wohl verwenden. Die Fehler, welche sie zur allgemeinen Milchversorgung ungeeignet machen, fallen hierbei, wie die Veränderung von Farbe und Geschmack, theils gar nicht oder, wie der hohe Preis, nicht so bedeutend in's Gewicht. Gerade die in geschlossenen Gefässen sterilisirten Milchconserven bieten den grossen Vortheil, dass man in ihnen die zur Ernährung von Kindern in den ersten Lebensmonaten, besonders bei etwa schon vorhandenen Verdauungsstörungen, so ungemein wichtige ganz keimfreie Milch jeden Augenblick zur Hand hat.

Thatsächlich ist z. B. die Scherff'sche Milch mit Vortheil zur Kinderernährung verwandt worden. Ihres hohen Preises wegen, und weil ihr bei der eventuell nothwendigen Verdünnung durch das zugesetzte Wasser resp. durch die Flaschen neue Keime zugeführt werden können, entspricht

indessen auch sie noch nicht dem Ideal einer allgemeinen Versorgung mit guter Säuglingsmilch. Etwas Vollkommenes in dieser Beziehung ist in neuerer Zeit von Hochsinger[1] in Wien geleistet.

Hochsinger hat den bekannten Soxhlet'schen Milchkochapparat mit einigen Modificationen in's Grosse übersetzt, indem er einen Apparat construirte und in Wien in Function setzte, welcher in kurzer Zeit mehrere hundert Flaschen hinreichend keimfreier Milch liefert. Das Princip bei dem Soxhlet'schen Apparate ist bekanntlich, dass die Milch — und zwar die schon dem Alter des Säuglings entsprechend verdünnte Milch — in mit Gummistopfen verschlossenen Flaschen, welche gerade das Quantum einer Mahlzeit (150—200 ccm) fassen, im Wasserbade 35 Minuten gekocht wird. Die Flaschen werden dann an einem kühlen Orte aufbewahrt und je nach Bedarf zum Gebrauch verwendet, indem der Gummistopfen entfernt und durch ein gut gereinigtes Saughütchen ersetzt wird.

Der Apparat von Hochsinger weicht insofern von seinem Vorbilde ab, als darin die Milch nicht in einem Wasserbade, sondern in einem Dampfkochtopf 40 Minuten lang auf 120° erhitzt wird. Eine solche Milch ist thatsächlich von infectiösen Bacterien und auch von Gährungserregern vollständig frei.

Der Gummistopfenverschluss verhindert zwar nicht absolut das Hineingelangen neuer Keime, so dass die Milch nicht ganz unbegrenzt haltbar und für den Transport geeignet ist, wie die vorgenannten Milchconserven; aber in praktischer Beziehung ist er völlig ausreichend. Wenn die Milch in den ersten Tagen nach der Sterilisation verwandt wird, ist sie zweifellos keimfrei. Derartige Milch wird von den betreffenden Anstalten entweder gratis oder gegen Bezahlung an das Publicum abgegeben.

Den klaren und schlagenden Ausführungen Hochsinger's über den Werth der Anstalten zur Herstellung keimfreier Säuglingsmilch brauche ich hier nichts hinzuzufügen; der Hygieniker muss denselben in jeder Hinsicht beistimmen.

Durch die Errichtung von nach dem Hochsinger'schen oder verwandten Principien arbeitenden Anstalten in weitester Ausdehnung, event. durch Abgabe sterilisirter Säuglingsmilch in den Apotheken wäre thatsächlich das hygienisch so wichtige Problem einer Versorgung der Städte mit guter Säuglingsmilch am besten gelöst.

Zur Erzielung einer höheren Haltbarkeit und zur Tödtung pathogener Bacterien ist nun aber das stundenlange Kochen oder die entsprechende Erhitzung im gespannten Dampf nicht nöthig. Schon in einer kurze Zeit

[1] *Ueber Säuglingsernährung mit keimfreier Milch und eine Milchsterilisirungsanstalt nach Soxhlet'schen Principien.* Wien 1889.

auf 95° bis 100° erhitzten Milch sind alle Krankheitserreger und die grösste Zahl der Gährungspilze sicher abgestorben. Es bleiben dann nur noch die meist in der Milch in sehr geringer Zahl enthaltenen Sporen einiger Heubacillen und Buttersäurebacillen übrig. Diese bedürfen allerdings, um ihre Entwickelungsfähigkeit aufzuheben, der oben erwähnten forcirten Erhitzung. Da sich aber die durch das Auskeimen dieser Sporen entstehenden Bacterien bei Temperaturen unter 25° so langsam vermehren, dass sie erst nach vielen Tagen eine Zersetzung der Milch bewirken, und da sie in der geringen Menge, in welcher sie in den ersten Tagen in der Milch sich finden, auch sicher selbst für Kinder in den ersten Lebensmonaten unschädlich sind, so konnte man mit Recht daran denken, durch kurzes Erhitzen der Milch auf den Siedepunkt oder Temperaturen, welche demselben nahe liegen, die Milch hygienisch indifferent und zugleich für die Praxis genügend haltbar zu machen.

Soxhlet ging ja in der That bei der Construction seines Apparates von diesem Princip aus, und die Erfolge mit der in diesem Apparate hergestellten Milch in der Praxis beweisen, dass seine theoretischen Voraussetzungen sicher richtig waren. Es scheint mir deshalb auch, dass auf Grund dieser Erfahrungen der sonst vorzügliche Hochsinger'sche Apparat noch dahin vereinfacht werden könnte, dass man das umständliche und immerhin theure Apparate erfordernde Erhitzen der Milch im gespannten Dampf umgeht und einfach die Milch im gewöhnlichen strömenden Wasserdampf 35 bis 40 Minuten kocht.

Man kann sich hiermit um so eher begnügen, als eine längere — über Wochen und Monate sich erstreckende Aufbewahrung auch der vollkommen sterilisirten Hochsinger'schen Milch kaum thunlich erscheint, theils wegen des oben erwähnten nicht völlig bacteriendichten Verschlusses, theils weil bei längerem Stehen die auf der Milch gebildete Rahmschicht oft so fest wird, dass ihre spätere gleichmässige Vertheilung in der Milch schwierig ist.

Das Princip der unvollkommenen Sterilisation durch kurzes Erhitzen auf 100° hat auch zu dem Versuch einer Milchversorgung in grösserem Umfange Anwendung gefunden. Oekonomierath Grub in Berlin bringt z. B. derartig behandelte Milch in Flaschen zu $^1/_2$ Liter mit dem bekannten Patentverschluss der Bierflaschen in Handel. Da diese Milch, wie ich mich überzeugen konnte, immerhin einige Wochen haltbar ist, also die Milchsaprophyten sicher zum weitaus grössten Theil vernichtet sind, so ist gewiss nicht daran zu zweifeln, dass diese Milch auch lebende pathogene Bacterien nicht enthält.

Für die allgemeine Milchversorgung dürfte indessen das Verfahren kaum brauchbar sein, selbst wenn man die kostspielige Erhitzung in

Flaschen durch eine solche in grösseren Gefässen ersetzte. Denn wenn auch die Farbe der rohen Milch einigermassen erhalten ist, so hat doch der Geschmack solche Veränderungen erlitten, dass nach dem oben Gesagten die Milch beim grossen Publicum keine günstige Aufnahme finden würde.

Die Nothwendigkeit, dass die conservirte Milch in Farbe, Geschmack und Preis mit der rohen Milch vollständig concurrenzfähig sein muss, wenn der Absatz nicht leiden soll, ist denn auch von anderer Seite längst erkannt und hat zur Ausbildung einer Reihe von Verfahren Anlass gegeben, welche von der Erreichung des Siedepunktes ganz Abstand nehmen, vielmehr bezwecken, durch ganz kurzes Einwirkenlassen weit niederer Temperaturen (65 bis 80°), wobei der Geschmack wenig oder gar nicht verändert wird, die Bacterien in der Milch soweit abzutödten, dass die Milch eine grössere Haltbarkeit erlangt. Diese Verfahren werden, da sie ursprünglich von Pasteur zum Conserviren von Bier und Wein angewendet waren, Pasteurisiren genannt.

Pasteur[1] hat nämlich schon 1868 gefunden, dass ganz kurzes Erhitzen des Weines auf 55° genügt, um die die Haltbarkeit in Frage stellenden Nachgährungen zu verhüten und auch solche Pilze, welche zu Krankheiten des Weines Anlass geben können, sicher zu tödten. Nach Pasteur's Angaben wurden zur Erreichung dieses Zweckes von verschiedenen Seiten Erhitzungsapparate construirt, von welchen nach Pasteur's eigenem Urtheil der Apparat von Rossignol am besten functionirte. Derselbe bestand aus einem mit einem Deckel verschliessbaren hölzernen Fasse, dessen Boden herausgenommen und durch einen geschlossenen Wasserkessel von Kupfer ersetzt war. Um Ueberdruck im Kessel zu vermeiden, war in der Mitte des Deckels desselben ein durch die Mitte des Fasses und den Deckel nach aussen gehendes offenes Standrohr angebracht. In das Fass wurde nun der Wein eingefüllt, und das Wasser im Kessel durch ein darunter angemachtes Feuer auf etwa 80° bis 90° erwärmt. Wenn der Wein im Fasse die Temperatur von 55° erreicht hatte, wurde er sogleich, noch heiss, in die Fässer oder Flaschen abgelassen.

Für Milch ist das Verfahren bis dahin nur ziemlich einseitig zu dem Zweck ausgebildet, der Verkaufsmilch eine höhere Haltbarkeit zu geben und damit dem Producenten einen financiellen Vortheil zu verschaffen. Auf die hygienische Seite, besonders auf die Tödtung von Krankheitserregern, ist bei dem jetzt gebräuchlichen Pasteurisirverfahren so gut wie gar keine Rücksicht genommen.

---

[1] *Études sur le vinaigre etc.* Paris 1868.

Zur Anwendung der Methode der kurzen Erhitzung auf relativ niedere Temperaturen zur Conservirung der Milch ist man auch weniger auf Grund exacter wissenschaftlicher Versuche, als auf dem Wege der Empirie und der Combination gekommen.

Indem die Erfinder der Pasteurisirverfahren für Milch, — unter diesen als erster wohl Thiel, dessen Apparat unten näher beschrieben werden soll — auf Grund von Pasteur's Erfahrungen bei Wein und Bier als a priori feststehend annahmen, dass ganz kurzes, ja fast momentanes Erhitzen auf 60° bis 70° genügt, um die in Betracht kommenden Gährungserreger der Milch sicher zu tödten, gingen sie vor Allem darauf aus, diese Erwärmung in möglichst einfacher und wenig kostspieliger Weise zu erreichen.

Diesem Bestreben verdankt eine ganze Reihe von Pasteurisirapparaten für Milch ihren Ursprung.

Das Verfahren der Conservirung gestaltet sich bei allen so, dass die Milch rasch auf 65.° bis 75° angewärmt und dann sofort auf etwa 10 bis 12° heruntergekühlt wird. Diese Kühlung der pasteurisirten Milch hat sich für die wirkliche Erreichung einer grösseren Haltbarkeit als unbedingt nothwendig herausgestellt. Die Erfahrung zeigte nämlich, dass spontan abkühlende pasteurisirte Milch fast ebenso rasch verdirbt, wie nicht pasteurisirte. Den Grund dafür fand man leicht in dem Umstande, dass die langsam abkühlende Milch sich lange Zeit zwischen 40° und 20° hält. Bei diesen Temperaturen vermehren sich aber selbst wenige in der Milch zurückgebliebene Keime so rapid, dass der Effect der vorausgegangenen Tödtung der grössten Anzahl der lebenden Bacterien rasch wieder ausgeglichen wird.

Nach der Art, wie die Erhitzung der Milch bewerkstelligt wird, lassen sich die Pasteurisirapparate im Allgemeinen in zwei Classen scheiden, welche beide eine ganze Reihe von Repräsentanten aufzuweisen haben. Bei der einen Art — und diese scheint die verbreitetste zu sein — rieselt die Milch langsam und in dünner Schicht über eine Wellenfläche von verzinntem Kupfer, welcher entweder durch directen Wasserdampf oder durch mittelst Dampf erhitztes Wasser von der Aussenseite die erforderliche Wärme zugeführt wird. Hierbei erwärmt sich die dünne Milchschicht sehr schnell. Die Temperatur, mit welcher sie am Ende constant abfliessen soll, lässt sich mittelst des Dampfzuführungshahns einigermassen genau reguliren. Nach dem Passiren der erwärmenden Fläche sammelt sich die Milch in einem Becken und fliesst von da zum Zwecke der Abkühlung auf einen Milchkühler irgend welcher Construction. In der Abflussöffnung ist ein Thermometer zur Bestimmung der Temperatur der Milch angebracht.

Nach diesem Princip ist z. B. der Apparat von Thiel construirt, bei welchem die Milch über die innere Fläche eines gerieften Cylinders rieselt, dessen äusserer Fläche von durch Dampf erhitztem Wasser die nöthige Wärme zugeführt wird. Der auf demselben Princip basirende Apparat von Kuhne gleicht einem gewöhnlichen Röhrenmilchkühler, nur dass in den Röhren statt kalten Wassers Dampf circulirt. Auch der Apparat von Hochmuth und noch verschiedene andere gehören in diese Kategorie.

Bei der zweiten Art von Apparaten wird ein bestimmtes in einem grossen meist kupfernen Gefässe enthaltenes Quantum Milch durch Dampf, welcher die äusseren Wandungen dieses Gefässes bespült, auf die gewünschte Temperatur unter beständigem Rühren erwärmt und dann auf den Kühler abgelassen.

Diese Apparate sind ebenfalls gewöhnlich zum continuirlichen Betrieb eingerichtet. Nachdem die Milch im Kessel die gewünschte Temperatur erreicht hat, lässt man durch ein bis auf den Boden reichendes Rohr neue Milch langsam zufliessen; in demselben Maasse fliesst oben die erhitzte Milch durch einen Ueberlauf ab. Man regulirt nun Milchzufluss und Dampfzufluss so, dass die ablaufende Milch stets die gewünschte Temperatur hat. (Ahlborn's Pasteurisirapparat.) Aehnlich construirt sind die Apparate von Ahrens und von Dierks & Möllmann; der Centrifugalpasteurisirapparat von Lehfeldt & Lentsch, der Apparat von Reinsch u. s. w. Der Apparat von Reinsch kann ähnlich wie der Apparat von Rossignol auch zum discontinuirlichen Betriebe benutzt werden. In ein hölzernes Fass mit kupfernem, durch Dampf geheiztem Boden wird ein grosses Quantum (mehrere Hundert Liter) Milch eingefüllt und unter beständigem Rühren auf 78° erwärmt. Ist die Temperatur erreicht, soll der Dampf abgesperrt und die Milch auf den Kühler abgelassen werden.

Fragen wir uns nun, ob durch das Pasteurisiren der angestrebte Zweck, die Hauptmenge der Saprophyten zu tödten und dadurch der Milch eine grössere Haltbarkeit zu geben, erreicht wird, und ob weiterhin das bisherige Pasteurisirverfahren hinreichende Garantie für die Vernichtung der Krankheitserreger bietet, so muss nach den Erfahrungen in der Praxis und den, allerdings nur in geringer Anzahl, vorliegenden Untersuchungen verschiedener Forscher diese Frage verneint werden; zwar nicht so stricte, dass das Pasteurisiren überhaupt keinen Erfolg in Bezug auf Erhöhung der Haltbarkeit und Tödtung der Krankheitserreger hätte, aber das Verfahren ist ein unsicheres, und die Erfolge sind wechselnd.

Dass das Pasteurisiren in der Praxis nicht das leistet, was es leisten soll, geht zunächst schon daraus hervor, dass die Meinungen der Molkereitechniker und Landwirthe über den Werth desselben sehr weit auseinander

gehen. Während der eine Theil, und darunter besonders die Erfinder der verschiedenen Apparate, nur Lobenswerthes davon zu berichten weiss, steht ein anderer Theil den Pasteurisirapparaten mehr als skeptisch gegenüber, ja spricht ihnen geradezu jeden Werth ab. Besonders Landwirthe sind unter der letzteren Classe zahlreich vertreten. Sehr häufig hört man die Klage, dass die Milch, wenn sie mit demselben Apparat behandelt ist, das eine Mal sich hält, das andere Mal dagegen fast eben so rasch verdirbt, wie nicht pasteurisirte. Auch die grosse Zahl der construirten Apparate scheint dafür zu sprechen, dass der Erfolg des Pasteurisirens bisher nicht allgemein befriedigt, wenn auch die Neu-Construction der Apparate meistens mit technischen Gründen motivirt wird.

Exacte Untersuchungen darüber, inwieweit die Haltbarkeit der pasteurisirten Milch vermehrt ist, liegen bis jetzt eigentlich gar nicht vor. Das Wenige, was darüber von nach wissenschaftlichen Grundsätzen arbeitenden Forschern ermittelt ist, erschöpft die Frage nicht. Indessen lassen sich immerhin aus dem vorliegenden Material einige Schlüsse ziehen und diese sind ebenfalls geeignet, die Sicherheit der Wirkung des Pasteurisirverfahrens, wie es augenblicklich gehandhabt wird, mehr als fraglich erscheinen zu lassen.

Fleischmann[1] fand in einer Versuchsreihe, dass die Verzögerung der Gerinnung für eine mittelst des Thiel'schen Apparates pasteurisirte Milch (es wurden allerdings Temperaturen unter 70° angewendet) zwischen 12 und 48 Stunden betrug, wenn die Proben bei 12° bis 14° gehalten wurden. Van Geuns[2] sah die nach Thiel bei 75° bis 85° pasteurisirte Milch der Amsterdamer Molkerei bei 10° bis 12° 1 bis 3 Tage später säuern als gewöhnliche Milch. Der Erfolg des Pasteurisirens erwies sich also in beiden Versuchsreihen als durchaus nicht constant.

Dazu kommt noch, dass ein 12- bis 24stündiger Unterschied in der Gerinnungszeit bei der niederen Kellertemperatur einer bedeutend geringeren Differenz bei Temperaturen zwischen 20° und 25°, bei welchen doch im Sommer die Milch transportirt werden muss, entspricht, wie aus meinen unten mitgetheilten Untersuchungen in dieser Richtung zu entnehmen ist. Darnach war in manchen Fällen also fast gar keine praktisch brauchbare Wirkung des Pasteurisirens bemerkbar. Mit den zweifelhaften Resultaten in Bezug auf die Haltbarkeit stimmen auch die Ergebnisse der wenigen bacteriologischen Untersuchungen über die Wirkung des Pasteurisirens auf die Milchsaprophyten überein. Van Geuns[3] untersuchte die bei

[1] *Milchzeitung*. 1884. Nr. 22.
[2] *Archiv für Hygiene*. Bd. III. S. 764 ff.
[3] A. a. O.

75° bis 80° pasteurisirte Milch der Amsterdamer Molkerei (Apparat von Thiel) direct nach dem Pasteurisiren und fand im Cubikcentimeter 5000 bis 9000 Keime. Für die nach dem Verfahren von Reinsch pasteurisirte Magermilch der Breslauer Molkerei fand Lazarus noch weit höhere Zahlen. Ich selbst habe dieselbe Milch einige Male vom Verkaufswagen entnommen und im Cubikcentimeter oft über 1,000,000 Keime gefunden, darunter meist sehr viele stinkende Fäulnissbacterien. Dieses Resultat ist ebenfalls nicht geeignet, glaubhaft zu machen, dass die betreffende Milch unmittelbar nach dem Pasteurisiren auch nur einigermassen keimfrei gewesen sei.

Lazarus hat übrigens die Wirkung des Erhitzens im Thiel'schen Apparat für verschiedene Temperaturen in längeren Versuchsreihen genauer festzustellen versucht. Er fand dabei, dass bei einer Pasteurisirtemperatur von 75° und darüber und bei der vorgeschriebenen Durchflussgeschwindigkeit die meisten Saprophyten abgetödtet werden, während Temperaturen unterhalb dieser Grenze sehr wechselnde Resultate ergeben. Bei Temperaturen unter 70° waren, selbst wenn dieselben doppelt so lange Zeit, wie vorgeschrieben, im Apparat auf die Milch einwirkten, die Erfolge so ungleichmässig, dass die sichere Erzielung einer grösseren Haltbarkeit im Thiel'schen Apparat nicht möglich erscheint. Im einen Versuch waren bei derselben Temperaturwirkung die Saprophyten fast vernichtet, im anderen wieder nicht; oft wurde auch mitten in einer Reihe fast steriler Proben eine oder mehrere gefunden, welche viele Bacterien enthielten.

Ebenso, wie die Saprophyten, wurden auch die Krankheitserreger in den Versuchen von Lazarus durch Pasteurisiren im Thiel'schen Apparat nicht mit wünschenswerther Sicherheit abgetödtet. Nur Choleraspirillen schienen zu Grunde zu gehen, während Typhusbacillen und Bac. Neapolitanus den Apparat selbst bei Pasteurisirtemperaturen von 75° oft noch lebend verliessen.

Wenn sich auch diese Untersuchungen von Lazarus und von van Geuns nur auf den Thiel'schen Apparat beziehen, so wird man doch nach dem Ausfall der Untersuchungen betreffend den Saprophytengehalt der mittelst des Apparates von Reinsch pasteurisirten Milch und nach dem, was gleich unten über die Ursachen der schlechten Erfolge ausgeführt werden wird, mit der Annahme kaum fehlgehen, dass die anders construirten Apparate kaum etwas Besseres, wohl aber noch Schlechteres leisten.

Es erhebt sich nun die Frage: ist es überhaupt nicht möglich, durch kurz dauerndes Erwärmen auf Temperaturen zwischen 65° und 75° eine längere Zeit haltbare Milch zu erzielen und die Krankheitserreger mit

Sicherheit abzutödten, oder liegen die bisherigen Misserfolge nur in der Art des Erhitzens und in der Construction der Apparate begründet? Die Beantwortung dieser Frage ist von grosser Wichtigkeit. Lautet sie zu Ungunsten des Pasteurisirens, so wäre bei dem Widerstande, den ein grosser Theil der Bevölkerung der gekochten Milch mit Recht entgegensetzt, und bei dem Mangel eines anderen ausreichenden Conservirungs- und Desinfectionsmittels als der Hitze, eine allgemeine Versorgung mit von pathogenen Bacterien freier Milch vorerst als undurchführbar zu betrachten.

Es liegen nun aber eine Reihe von Untersuchungen vor, welche darthun, dass es sehr wohl möglich ist, durch kurze Einwirkung von 65° bis 75° die meisten in der Milch enthaltenen Saprophyten zu tödten und ebenso auch die für gewöhnlich in Betracht kommenden Krankheitserreger zu vernichten.

Was zunächst die Saprophyten anlangt, so fand van Geuns,[1] dass eine Milch, welche im Cubikcentimeter über 10 Millionen Keime enthielt, durch fast momentanes Erhitzen auf 80° C. steril wurde.[2]

Dasselbe Resultat erhielt er bei einer Reihe von aus der Milch reincultivirten Bacterien. Es handelt sich in diesen van Geuns'schen Versuchen allerdings schon um relativ hohe Temperaturen von 80°; doch konnte Lazarus[3] zeigen, dass durch die geringe Verlängerung der Einwirkungsdauer der Temperaturen von 68 bis 75°, welche er im Thiel'schen Apparat durch Verminderung der Durchflussgeschwindigkeit der Milch um wenige Secunden herstellte, schon die Menge der lebenden Bacterien in der pasteurisirten Milch oft bedeutend abnahm und auch die Resultate etwas gleichmässiger wurden. Daher konnte man mit Recht hoffen, dass durch noch weitere Steigerung der Erhitzungsdauer vollkommen gleichmässige und hinreichende Abtödtung der Saprophyten sich erreichen lasse. — Die untersuchten pathogenen Bacterien von Typhus und Cholera, sowie Bacillus Neapolitanus wurden durch die geringfügige Steigerung der Einwirkungsdauer der genannten Temperaturen ebenfalls häufig vernichtet. Van Geuns[4] hat in seiner neueren Arbeit noch genauer die Minimaltemperaturen zu ermitteln gesucht, bei welchen pathogene Bacterien absterben. Nach diesen Versuchen liegt die kritische Temperatur, welche nur wenige Secunden einzuwirken braucht, für Choleraspirillen bei 58°

[1] A. a. O.

[2] Ob die Sterilität eine vollständige war, ist, da van Geuns nur sehr geringe Mengen zu den Platten verwandte, doch wohl nicht mit Sicherheit zu sagen.

[3] A. a. O.

[4] *Archiv für Hygiene.* Bd. IX.

Sp. Finkler und Prior	58 bis 59°.
Typhusbacillen	60°.
Pneumonie (Friedländer) . . .	55 bis 60°.
Vaccine	60°.

Ganz einwandfrei sind indess diese Zahlen wohl kaum, da z. B. Lazarus für Typhusbacillen fand, dass zu deren Abtödtung nicht einmal stets Temperaturen von 75° ausreichen. Genauere Untersuchungen werden daher die Resultate noch sicherzustellen haben.

Für Tuberkelbacillen ermittelte Yersin,[1] dass dieselben sowohl im sporenfreien, wie im sporenhaltigen Zustande einer 10 Minuten langen Erhitzung auf 75° nicht Stand halten, während sie die gleich lange dauernde Einwirkung von 65° überstehen. Diese Resultate stehen in gewissem Widerspruch mit den früher von Schill und Fischer[2] und von Grancher und Gennes[3] erhaltenen. Danach genügt sogar einmaliges Aufkochen tuberculöser Sputa nicht immer zur Tödtung der Bacillen. Auch Völsch[4] hält hierzu 10 Minuten langes Erhitzen auf 90° für nöthig. Die Verschiedenheit dieser Resultate von denen Yersin's erklärt sich wohl ungezwungen daraus, dass die Versuche an verschiedenem Material angestellt wurden. Bei Aufschwemmungen von Sputum, wie sie Schill und Fischer, Völsch, Grancher und Gennes benutzten, ist besonders bei dem momentanen Aufkochen kaum Garantie dafür gegeben, dass die Siedetemperatur auch in's Innere der in der Flüssigkeit suspendirten bacillenhaltigen Sputumflocken eingedrungen sei. Dagegen handelt es sich in den Yersin'schen Versuchen um eine äusserst feine Vertheilung der Bacillen in der Flüssigkeit, und in Folge dessen wirkten die Versuchstemperaturen auch sicher die angegebene Zeit auf die Bacillen ein. Da nun die Yersin'schen Untersuchungsreihen sehr gleichmässig und systematisch durchgeführt sind, ausserdem in zahlreichen Fällen stets dasselbe Resultat erreicht wurde, in der Milch aber stets eine feine Vertheilung der Bacillen vorliegt, so hat man wohl keinen Grund, daran zu zweifeln, dass auch 10 Minuten langes Erhitzen der Milch auf 75° die in ihr etwa enthaltenen Tuberkelbacillen sicher tödtet.

Da nach den Untersuchungen von Duclaux[5] die Geschmacksveränderung der Milch schon bei 70° C. fast momentan eintritt, schien es mir indessen wünschenswerth zu sein, in Ergänzung der Yersin'schen

[1] *Ann. de l'inst. Pasteur.* 1888. t. I. Nr. 2.
[2] *Mittheilungen aus dem Kaiserl. Gesundheitsamt.* Bd. II.
[3] *Ann. d'hygiène publique.* t. XIX. p. 357.
[4] Ziegler's und Nauwerk's *Beiträge.* Bd. II. 2.
[5] *Annal. de l'inst. Pasteur.* t. III. p. 36.

Resultate festzustellen, ob nicht auch Temperaturen von 68° bis 69°, bei welchen der Geschmack der Milch nicht leidet, genügen, um bei hinreichend langer Einwirkung die Tuberkelbacillen sicher zu vernichten. Es schien dies um so mehr angezeigt, als nach den bei anderen Mikroorganismen gemachten Erfahrungen ein positiver Erfolg in dieser Richtung von vornherein sehr wahrscheinlich war. Durch zahlreiche Versuchsreihen ist ja festgestellt, dass die zur Abtödtung genügende Temperatur innerhalb ziemlich weiter Grenzen beständig niedriger sein kann, je länger man die zu tödtenden Mikroorganismen erhitzt.

Ich verrieb sehr bacillenreiches, frisches tuberculöses Sputum in einer Reibschale mit Wasser zu einer gleichmässigen dünnen Aufschwemmung und filtrirte dann dieselbe durch ein Leintuch, um alle gröberen Partikelchen zu entfernen. Die durchgeseihte Aufschwemmung enthielt, wie mikroskopische Präparate bewiesen, noch sehr reichlich Tuberkelbacillen, darunter viele sporenhaltige. Die Aufschwemmung wurde darauf mit der vierfachen Menge Milch gehörig gemischt und nun zunächst einem Meerschweinchen 1 ccm dieses Gemisches in die Bauchhöhle injicirt. Darauf wurden je 10 ccm in zwei gleichweite dünnwandige Reagensgläser eingefüllt, wobei ich genau darauf achtete, dass nichts von der Flüssigkeit an der Wand des Glases haften blieb. Derartige Stellen hätten bei der nachfolgenden Erhitzung leicht austrocknen und in Folge dessen noch lebenskräftige Bacillen enthalten können, wenn auch die in der Flüssigkeit suspendirten schon abgestorben waren. Die Gläser wurden nun vorsichtig in ein Wasserbad von genau 68° eingehängt und 35 Minuten darin belassen, wobei die Temperatur zwischen 68° und 68·5° schwankte. Darauf wurden sie herausgenommen und rasch abgekühlt, und hierauf aus jedem Glase einem Meerschweinchen 1 ccm in die Bauchhöhle injicirt.

Nach 5 Wochen wurde das Meerschweinchen, welches die nicht erhitzte Aufschwemmung injicirt bekommen hatte, todt gefunden. Es zeigte eine ausgeprägte Tuberculose des Peritoneums und der Bauchorgane. Bei den beiden anderen Thieren, welche nach ca. 3 Monaten getödtet wurden, fand sich keine Spur von Tuberculose. — In einer zweiten Versuchsreihe, in welcher eine Sputumaufschwemmung in Milch 20, 30 und 35 Minuten auf 68° bis 69° erhitzt wurde, starb das mit der nicht erhitzten Aufschwemmung injicirte Meerschweinchen nach 5 Wochen an Tuberculose, während die, welche die erhitzten Aufschwemmungen bekommen hatten, nach 3 Monaten getödtet und sämmtlich gesund befunden wurden. Man kann also wohl sicher annehmen, dass 30 Minuten langes Erhitzen der Milch auf 68° bis 69° genügt, um die Tuberkelbacillen zu tödten.

Aus dem Mitgetheilten geht somit hervor, dass sowohl die Krankheitserreger, als wahrscheinlich auch die meisten Saprophyten in der Milch

sehr wohl durch Erwärmen auf 68° bis 75° vernichtet werden können, und wenn bei Anwendung der bisherigen Verfahren, wie wir sahen, dieses Resultat entweder gar nicht oder nicht mit wünschenswerther Sicherheit erreicht wird, so muss das daran liegen, dass die Erhitzung nach einer falschen Methode vorgenommen wird.

Der Hauptfehler der bisherigen Verfahren liegt darin, dass die Erhitzungsdauer zu kurz bemessen ist. Die Abtödtung der Bacterien bei den Pasteurisirtemperaturen tritt gewiss nur in den seltensten Fällen momentan ein, sondern die erhöhte Temperatur muss immerhin eine gewisse Zeit einwirken, und zwar im Allgemeinen um so länger, je niedriger sie ist. Für Tuberkelbacillen, auf welche ja in erster Linie Rücksicht zu nehmen ist, geht dieses aus den oben mitgetheilten Versuchen deutlich hervor. An ihre Abtödtung ist in den gebräuchlichen Pasteurisirapparaten bei den üblichen Temperaturen gar nicht zu denken. Für die übrigen pathogenen Bacterien und für die Saprophyten geben die Versuche von Lazarus ziemlich ausreichende Anhaltspunkte. Bei der vorgeschriebenen Durchflussgeschwindigkeit durch den Thiel'schen Apparat blieben von diesen Bacterien um so mehr am Leben, je niedriger die Pasteurisirtemperatur war, während bei Verlangsamung des Durchflusses, also längerer Einwirkung der Temperatur, die Resultate schon besser wurden, und zwar ebenfalls wieder parallel mit der Höhe der Pasteurisirtemperatur, so dass z. B. bei nur um ein Geringes erhöhter Einwirkungsdauer von 75° die Proben manchmal fast steril gefunden wurden.

Noch einen zweiten, ebenfalls bisher nicht berücksichtigten Fehler hat aber das jetzt gebräuchliche Pasteurisirverfahren, welcher, selbst bei wirklich genügender Abtödtung der Milchsaprophyten, doch die Erzielung einer grösseren Haltbarkeit sehr in Frage stellen würde, und der zweifellos auch an den bisherigen Misserfolgen bei der Conservirung der Milch durch Pasteurisiren einen grossen Antheil gehabt hat. Es ist dieses die Gefahr einer Reinfection der Milch mit Bacterien vom Kühler und von den Transportgefässen aus.

Die Wichtigkeit dieses Punktes ist nicht zu unterschätzen. Wenn man bedenkt, wie unsauber (vom Standpunkt des Bacteriologen wenigstens) die Molkereigeräthe sind und mangels einer Behandlung mit Desinficientien ja auch sein müssen, wie so oft, selbst bei sorgfältiger Reinigung, in den todten Ecken ältere kleine Milchreste, die erfahrungsgemäss von Bacterien wimmeln, sich finden, so wird man zugeben müssen, dass die Möglichkeit, dass in die pasteurisirte Milch wieder grosse Mengen von lebenden Keimen hineingelangen und somit der Erfolg des vorgängigen Sterilisirens illusorisch gemacht wird, sehr häufig gegeben ist. Auch eine Neuinfection der pasteurisirten Milch mit Krankheitserregern ist bei der jetzigen Hand-

habung des Verfahrens keineswegs ausgeschlossen. Nicht selten sieht man z. B. in Molkereien, dass die beim Beginn des Kühlens nothwendige gleichmässige Vertheilung des Milchstromes auf der Kühlfläche statt, wie vorgeschrieben, durch ein sauberes Holzstäbchen, durch die oft infectionsverdächtigen Hände der Arbeiter bewirkt wird. Ebenso können die Hände des Personals beim Reinigen der Transportkannen, oder z. B. das zum Spülen verwendete Wasser Infectionskeime in die Milch einführen.

Nachdem somit festgestellt war, dass die Leistungen des bisherigen Pasteurisirverfahrens sowohl in wirthschaftlicher, wie in hygienischer Beziehung **durchaus ungenügende** sind, nachdem aber weiterhin die Ursachen, in welchen die Misserfolge begründet liegen, zum grössten Theil klargestellt und als vermeidbar erkannt waren, beschloss Herr Professor Flügge, bei der ungemeinen Wichtigkeit, welche ein zuverlässiges Pasteurisirverfahren in hygienischer und wirthschaftlicher Hinsicht besitzt, den Versuch zu machen, ob nicht mit Vermeidung der Mängel der bisherigen Verfahren eine Desinfection und genügende Conservirung der Milch durch Einwirkung von Temperaturen, die den Geschmack intact lassen, zu erreichen ist.

Die mit dieser Absicht unternommenen Versuche hatten vor Allem drei Punkte zu berücksichtigen.

Erstens musste die Möglichkeit gewährt werden, eine Temperatur eine genau bestimmte Zeit auf die Milch einwirken zu lassen.

Zweitens musste, soweit dies noch nicht sicher stand, festgestellt werden, wie lange Temperaturen zwischen 68° und 75° auf die Milch einwirken müssen, um eine hinreichende Conservirung und Desinfection zu gewährleisten, und welche Temperatur innerhalb der angegebenen Grenzen dieses Ziel am schnellsten und mit der geringsten Veränderung der Beschaffenheit der Milch erreicht.

Drittens musste eine Reinfection der Milch auf dem Kühler und in den Transportkannen ausgeschlossen werden.

Zur Erzielung einer in jeder Hinsicht genügenden Erhitzung der Milch konnten die bisher in Gebrauch befindlichen Pasteurisirapparate, speciell die Rieselapparate (s. S. 250) absolut nicht in Betracht gezogen werden. Denn bei diesen gerade zum Zweck einer nur kurzdauernden Temperatureinwirkung construirten Apparaten liesse sich vielleicht wohl eine geringfügige Verlängerung der Hitzwirkung erreichen;[1] dieselbe

---

[1] Dieselbe lässt sich naturgemäss nur erreichen durch Verlängerung der berieselten Fläche. Hierdurch sind derselben aber aus praktischen Gründen sehr enge Grenzen gesteckt.

kann jedoch niemals so ausgedehnt werden, dass die für den Hygieniker zweifellos wichtigsten pathogenen Bacterien, die Tuberkelbacillen, abgetödtet werden. Werden doch selbst Typhusbacillen bei der längsten im Thiel'schen Apparat etwa noch möglichen Einwirkungsdauer bei 70° durchaus nicht sicher vernichtet.

Ebensowenig wird sich in den bisherigen Apparaten, wenn man auch von den pathogenen Bacterien absehen wollte, durch verlängerte Dauer der Hitzwirkung eine sichere Conservirung der Milch bewirken lassen. Denn die geringfügige Steigerung in der Dauer der Temperatureinwirkung, welche sich bei den Rieselapparaten erzielen liesse, genügt sicher nicht zu einer stets hinreichenden Abtödtung der Saprophyten; und zwar wird die Wirkung desto mangelhafter ausfallen, je mehr widerstandsfähige Keime in der Milch enthalten sind. Nun ist es aber ganz sicher, dass die Menge resistenter Bacterien in der Milch ganz bedeutenden Schwankungen unterworfen ist, dergestalt, dass dieselben manchmal nur in sehr geringer Zahl vorhanden sind, manchmal aber geradezu vorherrschen. Demgemäss wird im einen Falle durch die in den Rieselapparaten mögliche Dauer der Temperatureinwirkung eine genügende Sterilisation erzielt werden, im anderen nicht. — Bei der zweiten Classe von Pasteurisirapparaten, bei welchen unter beständigem Rühren unten stets rohe Milch zufliesst, während oben die erhitzte abläuft, ist an die Möglichkeit einer Verbesserung der Resultate durch Verlängerung der Hitzwirkung noch weniger zu denken, da ja hier wegen des Rührens die beständige Gefahr besteht, dass genügend und ungenügend erhitzte Milchtheilchen durch den Ueberlauf abfliessen. Will man aber das Hauptprincip dieser Apparate, den continuirlichen Betrieb, aufgeben, so lassen sich weit zweckentsprechendere Erhitzer construiren..

Bei der Unmöglichkeit, die zur sicheren Vernichtung der Gährungs- und Krankheitserreger nöthige gleichmässige Erwärmung in den bisherigen Pasteurisirapparaten in der genügenden Ausdehnung und Exactheit vorzunehmen, musste also ein neuer zweckmässiger Erhitzungsapparat construirt werden.

Ein solcher Apparat hatte folgenden Anforderungen zu genügen:

1. Musste es möglich sein, die Milch darin auf eine beliebige Temperatur rasch zu erwärmen und beliebig lange genau auf dieser Temperatur zu erhalten. Dabei musste man vollständig sicher sein, dass die betreffende Temperatur nun auch auf sämmtliche Milchtheilchen genau gleich lange einwirkte. Demgemäss war vor Allem für eine sehr feine Regulirbarkeit der Temperatur und eine ganz gleichmässige Wärmevertheilung zu sorgen.

2. Musste der Apparat, sollte er für die Praxis brauchbar sein, das Pasteurisiren grosser Mengen Milch in kurzer Zeit gestatten.

3. Musste aus demselben Grunde der Betrieb und die Bedienung einfach und ohne besonders technisch geschultes Personal durchführbar sein.

Den Betrieb eines solchen Apparates continuirlich zu gestalten, war, wie man leicht einsehen wird, nicht möglich, vielmehr konnte eine den sub 1 genannten Ansprüchen genügende Erwärmung nur erreicht werden, wenn jedesmal ein bestimmtes Quantum Milch eine bestimmte Zeit auf die gewünschte Temperatur erwärmt, dann gekühlt und nun ein neues Quantum ebenso behandelt wurde. Der nach den gedachten Principien schliesslich construirte Erhitzungsapparat, dessen Ausführung Herr Seidensticker übernahm, war folgendermassen eingerichtet.

Zur Aufnahme der Milch dient ein cylindrisches etwa 50 Liter fassendes Gefäss (*A*, Figg. 1 u. 2) von verzinntem Kupfer, welches durch einen übergreifenden kupfernen Deckel verschlossen werden kann. Nahe der inneren Wand desselben, etwa 2 ^{cm} davon entfernt, läuft ein 3 ^{cm} weites Schlangenrohr *B* von verzinntem Kupfer. Am Boden des Gefässes angelangt, geht diese Schlange in ein zweites in der Mitte des Gefässes sich erhebendes, enger gewundenes Schlangenrohr *DE* über, welches am oberen Rande umbiegt und zwischen den Lücken des aufsteigenden Rohres zum Boden zurückkehrt, um denselben zu durchsetzen und aussen offen zu enden (bei *E*). In diesem Rohrsystem sollte zum Zweck der Erwärmung der Milch Wasserdampf circuliren. Der Eintritt desselben in das System war am oberen Ende der grossen Schlange vorgesehen (bei *N*), welches zu dem Zweck senkrecht aufgebogen war und durch ein Loch im Deckel nach aussen ging. Die Verlegung der Dampfeinströmungsöffnung an den oberen Theil der Schlange schien deswegen angezeigt zu sein, damit das sich bildende Condensationswasser beständig, dem Gefälle der Schlange folgend, vor dem Dampf herfliessen konnte. Bei Einleitung des Dampfes von unten hätte es, da dann Dampf und Condensationswasser entgegengesetzte Wege verfolgten, leicht zu unangenehmen Stössen und Geräuschen kommen können. Um zu verhüten, dass der Dampf das ganze Condensationswasser aus der grossen Schlange, nachdem es am Ende derselben angekommen war, in die kleine Schlange hinauf und durch diese hindurch drücken musste, wodurch vielleicht unliebsame Druckerscheinungen hervorgerufen wären, war vom Ende der grossen Schlange ein Rohr senkrecht durch den Boden des Gefässes nach aussen geführt. Durch Oeffnung eines daran angebrachten Hahnes konnte dann das Condensationswasser aus der grossen Schlange periodisch nach Bedarf abgelassen werden. Zum Abfluss des

in der kleinen Schlange gebildeten und in dieselbe herübergedrückten Condensationswassers sollte das nach aussen geführte Ende dieser Schlange dienen. Dasselbe musste, um Ueberdruck in dem Schlangensystem zu vermeiden, stets offen sein und hat deshalb keinen Hahn. Die ganze Oberfläche des Schlangensystems betrug etwa 1·2 qm. Eine derartige Ausdehnung schien nöthig, um bei möglichst vollständiger Ausnutzung der Wärme des Dampfes die Erwärmung der Milch hinreichend rasch bewirken zu können und die Wärmevertheilung einigermassen gleichmässig zu gestalten. Letzterer Zweck würde indessen, zumal der Dampf, wie

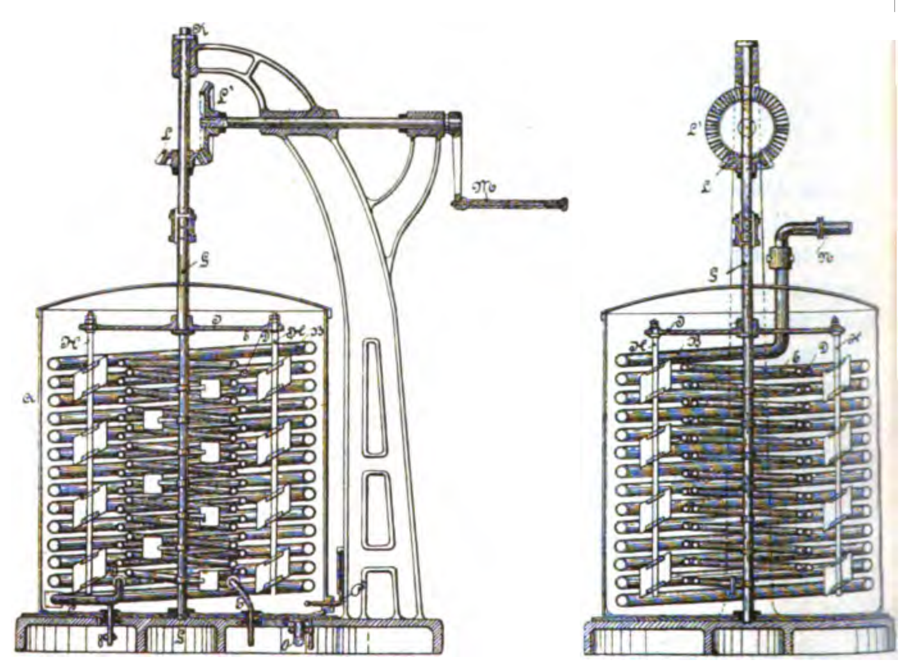


Fig. 1. Fig. 2.

schon erwähnt, von oben eintrat, durch diese Anordnung allein nicht erreicht worden sein. Vielmehr würden, wenn man die im Gefässe befindliche Milch beim Durchleiten des Dampfes sich selbst überlassen hätte, die oberen Partien sehr rasch und sehr hoch erwärmt sein, während die Temperatur der unteren nur allmählich gestiegen wäre. Somit wäre der Zweck, eine gleich lange und gleich hohe Erwärmung aller Milchtheilchen zu erzielen, nicht erreicht worden. Hierzu war es vielmehr nöthig, die Milch beständig energisch durchzumischen. Es konnte dieses — wie es thatsächlich zunächst geschah — durch Rühren mittelst eines Stabes erreicht werden. Praktischer und bequemer ist es indessen, das-

selbe durch ein mechanisches Rührwerk zu bewirken. Die Anordnung desselben ist aus der Figur ohne Weiteres zu entnehmen.

Um den Deckel abnehmen und auflegen, sowie auch das Rührwerk behufs Reinigung leicht herausnehmen zu können, ist die Axe desselben bei *G* von dem Getriebe durch Lösung eines Bajonnettverschlusses leicht zu trennen.

Die Schlangen lassen sich zum Zweck der nach dem Gebrauch des Apparates nothwendigen gründlichen Reinigung ebenfalls nach Lösung einfacher Verschraubungen aus dem Apparat leicht entfernen und eben so leicht wieder einsetzen.

Zum Ablassen der erhitzten Milch ist im Boden des Gefässes ein Hahn in der Weise angebracht, dass die Schlussfläche des Hahnzapfens mit dem Boden des Milchgefässes möglichst in einem Niveau liegt. Diese Anordnung ist nothwendig, damit nicht, wie es bei tieferer Lage des Hahnes der Fall sein würde, das Ablassrohr oberhalb des Hahnes einen todten Raum bildet, in welchem die Milch nicht auf die gewünschte Temperatur erwärmt wird. Denn es ist klar, dass dort zurückgebliebene ungenügend erhitzte Milchtheilchen beim Ablassen auf den Kühler wieder die ganze Milch inficiren könnten.

Nahe dem Boden ist in der Seitenwand des Milchcylinders eine Oeffnung angebracht, in welcher ein in den Zwischenraum zwischen beiden Schlangen hineinragendes Thermometer *P* milchdicht verschraubt werden kann, um an demselben die Temperatur der untersten Milchschichten ablesen zu können.

Es war nun zunächst durch Versuche festzustellen, ob sich mittelst des beschriebenen Seidensticker'schen Pasteurisirapparates eine völlig gleichmässige Durchhitzung der Milch erreichen liess, und ob man damit die Pasteurisirtemperatur wirklich eine beliebige Zeit mit hinreichender Genauigkeit constant halten konnte.

Wurden in den Kessel 40 Liter Milch von 20° eingefüllt, und nun der Dampf in das Schlangensystem eingelassen, — wobei natürlich die Milch beständig umgerührt wurde — so stieg die Temperatur sehr rasch. In ca. 14 Minuten waren 75° C. erreicht. Dabei erfolgte das Ansteigen in der ganzen Milchmasse durchaus gleichmässig, wenigstens so gleichmässig, wie man füglich erwarten konnte. Durch Anfangs in kurzen Zwischenräumen in verschiedenen Tiefen der Milchschicht vorgenommene Messungen mit empfindlichen Thermometern konnte festgestellt werden, dass beim Anwärmen die höchste Differenz zwischen den Thermometern 2° C. betrug.

Ich lasse hier als Beispiel die Resultate der thermometrischen Mes-

sungen in einem Versuch folgen, wobei nur die oberste und unterste Schicht berücksichtigt sind.

Zeit	Temperatur oben Grad	Temperatur unten Grad
10 Uhr 11 Min.	22	22
10 „ 12 „	27	25
10 „ 13 „	32	30·5
10 „ 14 „	36	35
10 „ 16 „	42	41
10 „ 18 „	47	45·5
10 „ 19 „	51	50
10 „ 20 „	57	56
10 „ 22 „	61	60
10 „ 25 „	70	69
10 „ 26 „ [1]	76	74
10 „ 27 „	75	75

Wenn unten das Thermometer 74° zeigte, wurde der Dampf abgestellt und $^1/_2$ Minute später war die ganze Milchmasse überall 75° warm.

Die Aufgabe, die Milch längere Zeit hindurch genau auf dieser Temperatur zu erhalten, stellte sich als überraschend leicht heraus. Etwa 2 Minuten nach Absperrung des Dampfes zeigte das Thermometer noch 75°. Dann begann sich eine geringe Tendenz zum Sinken bemerkbar zu machen. Es genügte nun, den Dampfhahn ein klein wenig zu öffnen — nach kurzem Probiren war ein für alle Mal die nöthige Drehung festgestellt und markirt — um die Temperatur beliebig lange, 30 Minuten und darüber, genau auf der Höhe von 75° zu erhalten. Natürlich musste dabei das Umrühren der Milch beständig fortgesetzt werden. Wiederholte genaue Messungen in verschiedenen Tiefen zeigten, dass während dieser Zeit die Temperatur der Milch überall mit den Angaben des unten in die Wand des Cylinders eingelassenen Thermometers übereinstimmt, so dass dasselbe die Temperatur, welche jedes Milchtheilchen hat, genau richtig angiebt.

Das Constanthalten anderer Temperaturen — es wurden noch die von 68° und 96° versucht — gelang ebenso leicht. Das Anwärmen dauerte im ersten Falle etwa 10′ bis 12′, im letzteren 23′ bis 24′. Sowie das untere Thermometer auf 1° unterhalb der gewünschten Temperatur angelangt war, wurde der Dampf abgesperrt und innerhalb einer halben Minute hatte die ganze Milchmasse die richtige Temperatur. Die zum Constanthalten nöthige Oeffnung des Dampfventils liess sich auch in diesen Fällen

[1] Dampf abgesperrt.

leicht ein für alle Mal fest bestimmen. Die Schwankungen des unteren Thermometers betrugen während der Zeit, wo die Temperatur constant bleiben sollte, stets höchstens wenige Zehntel eines Grades.

Die Leistung des Apparates war also, was die Regulirbarkeit der Temperatur und die gleichmässige Vertheilung der letzteren anlangt, eine vorzügliche.

Auch die Schnelligkeit, mit welcher die Anwärmung erfolgte, musste vollständig befriedigen.

Als für den Betrieb im Grossen wichtig ist noch hinzuzufügen, dass die Ausnutzung der Wärme des Dampfes eine nahezu vollständige war. Genaue Berechnungen aus der Temperatur und dem Gewicht des abfliessenden Condensationswassers ergaben, dass nur sehr wenig Dampf mehr gebraucht wird, als zur Erreichung der betreffenden Milchtemperatur gerade unbedingt erforderlich ist. Demgemäss war denn auch die zum Constanthalten der einmal erreichten Temperatur nöthige Dampfmenge eine ungemein geringe.

Ein Ansetzen von Eiweisskrusten, welches bei den früheren Pasteurisirapparaten die genaue Temperaturregulirung so erschwerte und oft auch einen unverhältnissmässig hohen Dampfverbrauch bewirkte, fand zwar in dem neuen Apparate auch statt, jedoch nur an den obersten Windungen der grösseren Schlange, der Eintrittsstelle des Dampfes am nächsten. In Folge der grossen Oberfläche des Schlangensystems war aber die Herabsetzung der Leistungsfähigkeit eines geringen Theiles der erwärmenden Fläche ohne Bedeutung. Durch das Pasteurisiren mehrerer Milchquanten hintereinander nahm die Inkrustation an Umfang nur wenig zu; die Anwärmung dauerte beim vierten Quantum nicht länger als beim ersten, und die Leichtigkeit der Temperaturregulirung hatte nicht gelitten. Somit scheint die Gefahr, dass die Arbeitsdauer des einzelnen Apparates durch fortschreitendes Ansetzen von Eiweisskrusten eingeschränkt wird, innerhalb praktisch in Betracht kommender Grenzen nicht zu bestehen.

Bevor nun mit diesem Erhitzungsapparate Conservirungsversuche angestellt werden konnten, musste gemäss dem oben Gesagten noch die Gefahr, dass die Milch nach dem Pasteurisiren wieder Keime in nennenswerther Menge aufnimmt, möglichst beseitigt werden. Die früher so gefürchtete Luftinfection kommt dabei nach unseren jetzigen Kenntnissen über die Menge der in der Luft enthaltenen Bacterien kaum in Betracht; die Hauptgefahr liegt in dem unreinen Kühler und in den Transportkannen. Dass durch die in diesen Gefässen haftenden Keime die Haltbarkeit einer Milch, in welcher die Saprophyten in hinreichender Weise abgetödtet sind, wesentlich beeinträchtigt wird, geht deutlich aus folgender Versuchsreihe hervor. In dieser wurde pasteurisirte Milch (s. Tabelle I) theils in sterili-

sirten, theils in nicht sterilen Gefässen bei verschiedenen Temperaturen aufbewahrt. Die nicht sterilisirten Gefässe kamen in einer Weise zur Verwendung, die sich an die natürlichen Verhältnisse möglichst genau anlehnt. In denselben hatte einige Zeit Milch bis zur leichten Säuerung gestanden; diese wurde ausgegossen, die Kannen in üblicher Weise und mit reichlichstem Leitungswasser gründlich gereinigt und nun die pasteurisirte Milch eingelassen.

Tabelle I.

Pasteurisirte Milch in sterilen Gefässen verdorben nach Stunden	Pasteurisirte Milch in nicht sterilen Gefässen verdorben nach Stunden	Temperatur, bei welcher die Proben standen Grad
46	24	23—24
96	48	15
72	24	22—24
130	65	14
86	48	18—21
104	66	14
46	18	22
80	48	15

Nach diesen Versuchen hält sich die pasteurisirte Milch in sterilen Gefässen etwa doppelt so lange wie in nicht sterilen.

Es galt also zunächst eine in jeder Molkerei ohne besonders geschultes Personal rasch und bequem ausführbare Methode der Sterilisation der Transportgefässe und des Kühlers zu finden. Von der Anwendung chemischer Desinfectionsmittel war hierbei aus leicht begreiflichen Gründen von vornherein abzusehen.

Da nun zum Pasteurisiren ein Dampfkessel so wie so erforderlich ist, erschien es als das Einfachste, den gespannten Dampf zur Sterilisation zu verwenden.

In den Deckel gewöhnlicher Milchtransportkannen (wie der Deckelverschluss bewerkstelligt wird, ist gleichgültig) wurden zwei kurze Blechrohre von etwa 1 cm Weite so eingelöthet, dass die Oeffnung des einen gleich unterhalb des Deckels sich befand, das andere noch etwa 4 cm in die Kanne hineinragte. An dieses Ende konnte ein langes bis auf den Boden der Kanne reichendes, etwas weiteres Blechrohr einfach angesteckt werden. Durch dieses Rohr sollte der Dampf in die Kanne eintreten und durch das kurze Ende wieder entweichen. Um mehrere Kannen auf einmal zu sterilisiren, waren vom Dampfzuleitungsrohr mehrere Abzweigungen gemacht, an deren jeder eine Kanne befestigt wurde.

Durch in die Kanne eingelegte und eingehängte Maximalthermometer wurde zunächst festgestellt, welche Temperatur durch das Durchleiten des Dampfes an den verschiedenen Stellen im Innern der Kannen erreicht wird. Es zeigte sich dabei, dass, wenn der Dampf mit einem Druck von ca. drei Atmosphären den Kessel verliess und die Abströmungsöffnungen der Kannen (1 ^{cm}) voll geöffnet waren, in der Kanne in kurzer Zeit eine constante Temperatur von 97° bis 98° C. herrschte. Dieselbe Temperatur zeigte der abströmende Dampf in dem kurzen Rohrendchen oberhalb des Deckels. Durch zweckmässige Verengerung der Ausströmungsöffnung gelang es, diese Temperaturen auf 99° bis 100° C. zu erhöhen.

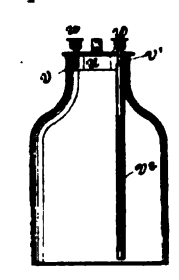


Fig. 3.

Volle Oeffnung des Dampfzuleitungsventiles, wobei sehr viel Dampf verbraucht worden wäre, war zur Erreichung der genannten Temperatur nicht erforderlich, sondern es genügt, wenn der Dampf aus den Abströmungsöffnungen der Kannen in einem etwa 50 bis 60 ^{cm} hohen Strahle senkrecht aufwärts zieht. (Bei voll geöffnetem Hahn hatte der Strahl bei 5 gleichzeitig angesetzten Kannen eine Höhe von ca. 1·50 ^{m}.)

Zu den Versuchen darüber, wie lange der Dampf die Kannen durchstreichen muss, um eine genügende Desinfection derselben zu bewirken, wurden, um den praktischen Bedingungen möglichst nahe zu kommen, nur oberflächlich — durch mehrfaches Ausspülen — gereinigte Kannen gewählt, in welchen vorher sauer gewordene Milch gestanden hatte.

Nachdem der Dampf eine bestimmte Zeit durchgeleitet war, wurde das im Innern der Kanne gebildete Condensationswasser zum grössten Theil ausgegossen und nun etwa 100 ^{ccm} sterilisirte Nährgelatine eingefüllt. Dieselbe wurde einige Minuten im Innern der Kanne an den Wänden kräftig hin- und hergeschwenkt und dann in eine Reihe von Petri'schen Schälchen ausgegossen.

Das Ergebniss dieser Versuche war folgendes. Nach 5 Minuten langem Durchleiten wuchsen auf den Platten noch ziemlich reichliche Colonieen.

Nach 10 Minuten war die Zahl der Colonieen bedeutend gesunken. Nach 15 Minuten waren die meisten Platten steril. Nur auf einzelnen zeigte sich hier und da eine Colonie, welche anscheinend einer Heubacillenart angehörte. Da es nun bei der grossen Resistenz der Sporen derartiger Bacillen ausgeschlossen erschien, durch längeres Durchleiten — wenigstens innerhalb praktisch brauchbarer Zeiträume — eine völlige Vernichtung zu erzielen, dieselbe auch in Anbetracht des Umstandes, dass solche Sporen, die in der Milch wohl stets vorhanden sind, durch das Pasteurisiren ebenfalls sicher nicht getödtet werden, kaum nöthig erschien, so konnte

15 Minuten langes Durchleiten des Dampfes in der angegebenen Weise als zur Sterilisation praktisch genügend erachtet werden. —

Von den zahlreichen vorhandenen Kühlern schien der Patentkühler von Schmidt in Bretten zur Kühlung der pasteurisirten Milch am geeignetsten zu sein. Derselbe besteht aus einem doppelwandigen Cylinder von verzinntem Kupfer, zwischen dessen Wänden in einem Spiralrohre von unten nach oben kaltes Wasser circulirt. Durch feine Löcher im Boden eines dem oberen Rande des Cylinders aufsitzenden Gefässes rinnt die in letzteres eingelassene Milch langsam über die äussere geriefte Fläche des Cylinders und sammelt sich zunächst in einem flachen, den Cylinder unten ringförmig umgebenden Sammelbecken, aus dem sie durch einen Hahn abgelassen wird. Dieser Kühler bietet vor den bisher fast allgemein gebrauchten flachen Röhrenkühlern mit offenen und maskirten Rohren eine Reihe von Vortheilen. Vor allen ist derselbe nach dem Gebrauch sehr leicht zu reinigen, da er absolut keine todten Ecken und Winkel besitzt, aus welchen bei den gewöhnlichen Röhrenkühlern die Milchreste so ungemein schwer zu entfernen sind. Dann aber ist er einer Sterilisation mit Dampf am ehesten zugänglich. Da eine Sterilisation der äusseren Fläche des Kühlers bezweckt wurde, so war es nämlich erforderlich, den ganzen Kühler mit einem geschlossenen Mantel zu umgeben, um den Dampf, welcher die Kühlfläche bespülen sollte, zusammenzuhalten und so eine hinreichende Erhitzung zu erreichen. Bei dem Schmidt'schen Kühler war eine derartige Vorrichtung sehr leicht anzubringen. Der ganze Kühler sammt dem Milcheinlaufgefässe wurde einfach mit einem Helm von Eisenblech, welcher oben conisch in einer engen Oeffnung zum Abströmen des Dampfes endete und mittels einer an seinem unteren Rande angebogenen Nuth auf dem Rande des Sammelgefässes dicht aufsass, bedeckt.

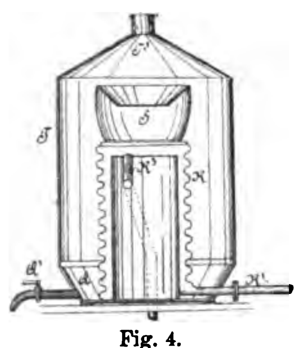


Fig. 4.

Durch den Milchablasshahn konnte dann Dampf in den Raum zwischen Mantel und Kühler eingelassen und dessen Hitze auf die ganze mit der Milch in Berührung kommende Fläche einschliesslich des Hahnes einwirken.

Durch zweckmässige Regulirung der Dampfzufuhr und entsprechende Verengung der Abströmungsöffnung gelang es leicht, im Innern des Mantelraumes eine constante Temperatur von ca. 99° herzustellen. Hatte dieselbe 15 Minuten eingewirkt, so war, nach den bei den Kannen gemachten Erfahrungen, die Kühlfläche als hinreichend sterilisirt anzusehen.

Bei den flachen Röhrenkühlern ist die nothwendige Bedeckung entschieden nicht so leicht und so einfach auszuführen, doch besteht gewiss die Möglichkeit, auch derartige Apparate durch eine der beschriebenen ähnliche Vorrichtung der Sterilisation zugänglich zu machen.

Das Verfahren mit dem Seidensticker'schen Pasteurisirapparat gestaltet sich nun folgendermassen.

Zunächst werden der Kühler und die Kannen in der eben beschriebenen Weise sterilisirt.

Um die beim Beginn des Ueberrieselns der Milch über den Kühler stets nothwendige gleichmässige Vertheilung der Schicht aseptisch bewirken zu können, wird in das Sammelbecken des Kühlers ein etwa 30 ^{cm} langes Holzstäbchen eingelegt, welches beim Durchleiten des Dampfes mit sterilisirt und dann zu gedachtem Zwecke verwendet wird.

Den Pasteurisirapparat zu sterilisiren, erscheint zwar nicht unbedingt nothwendig, weil die weniger widerstandsfähigen Bacterien, die etwa in demselben enthalten sind, durch Berührung mit der heissen Milch sicher getödtet werden; widerstandsfähige Sporen aber, die der Pasteurisirtemperatur Stand halten, in der Milch selbst gewiss in viel grösserer Anzahl, wie an den Wänden des gut gereinigten Apparates, vorhanden sind. Doch ist es zweckmässig, wenigstens durch den Milchablasshahn einige Minuten Dampf hindurch zu leiten, um auch eine von diesem ausgehende erneute Infection der ausfliessenden Milch sicher ausschliessen zu können. Nach beendigter Sterilisation wird das nöthige Quantum Milch — der von mir benutzte Apparat fasste 40 Liter — in den Erhitzungskessel eingegossen, auf die gewünschte Temperatur erwärmt und eine bestimmte Zeit auf der erreichten Höhe erhalten; dann wird die Milch auf den Kühler und von da in die sterilisirten Kannen abgelassen. Aus letzteren wird vor dem Einlassen der Milch das beim Sterilisiren gebildete Condensationswasser ausgegossen. Bei allen Manipulationen muss darauf geachtet werden, dass nicht durch Berühren mit den Händen u. s. w. eine Neuinfection der Kühlerfläche und der Kannen mit Bacterien eintritt.

Nach den S. 254 mitgetheilten Versuchsergebnissen war eine Befreiung der Milch von allen lebenden Krankheitserregern sicher anzunehmen, wenn die Milch in dem Seidensticker'schen Apparate auf 68° während 30 Minuten erhitzt wurde. Gleichwohl habe ich nicht unterlassen, den fertigen Apparat auf seine Leistungen gegenüber den Krankheitserregern zu prüfen. Derselbe bewährte sich indess hierbei durchaus; beispielsweise wurden 40 Liter frische Milch mit so viel Typhusbacillen vermischt, dass 1 ^{ccm} weit über eine Million erhielt. Dann wurde vor-

schriftsmässig erhitzt auf 68°. Nach 15, 20 und 30 Minuten wurden Proben der Milch entnommen und von jeder Probe je 1 ccm zu zwei Platten verwendet. Alle diese Platten blieben dauernd frei von Typhuscolonieen. — Unsicher nur war es, ob die Erhitzung auch eine zur längeren Conservirung genügende Vernichtung der Saprophyten bewirkte, oder ob man zu dem Zweck entweder mit der Höhe oder mit der Dauer der Temperatureinwirkung noch heraufgehen musste.

Dieses festzustellen, war der Zweck meiner jetzt mitzutheilenden Versuche.

Der Gang derselben war folgender:

Gleich nach Beendigung des Pasteurisirverfahrens wurde zunächst an dem Inhalte einer Kanne genau geprüft, ob der Geschmack und die Beschaffenheit der Milch durch das Erhitzen irgend welche Veränderungen erlitten hatte. Dann wurden aus einer Anzahl von Kannen abgemessene Proben entnommen, mit verflüssigter Nährgelatine vermischt und zu Platten ausgegossen, um zu ermitteln, inwieweit durch das Pasteurisiren die Abtödtung der Saprophyten erfolgt war. Um in dieser Beziehung noch genauer urtheilen zu können, wurden auch jedesmal einige Proben der rohen Milch vor dem Einfüllen in das Pasteurisirgefäss in gleicher Weise auf ihren Bacteriengehalt untersucht.

Die in den Kannen enthaltene pasteurisirte Milch wurde an geeigneten Orten aufbewahrt, um zu beobachten, ob und wie bedeutend sie an Haltbarkeit gegenüber der nicht pasteurisirten Milch gewonnen hatte.

Um über den praktischen Werth einer etwa erhöhten Haltbarkeit ein sicheres Urtheil zu gewinnen, genügt es nicht, die pasteurisirte Milch zusammen mit Proben der nicht pasteurisirten nur bei niederen Kellertemperaturen zu halten und nun zu vergleichen, welche Proben rascher verderben, wie dieses z. B. in den Versuchen von Fleischmann und van Geuns geschehen ist. Es entspricht dies durchaus nicht den Verhältnissen, unter welchen im gewöhnlichen Leben die Milch länger conservirt werden soll. Nicht im Keller will der Landwirth seine Milch länger aufbewahren, sondern es kommt ihm und auch dem Hygieniker, wesentlich darauf an, dass die Milch bei hohen Sommertemperaturen auf weitere Strecken transportirt werden kann und dabei verkaufs- und gebrauchsfähig bleibt. Auf höhere Temperaturen zwischen 20° und 25° war daher in erster Linie Rücksicht zu nehmen. Es war dieses umsomehr nöthig, als ja bekannt ist, dass die Vermehrung der Bacterien in der Milch und damit die Schnelligkeit des Verderbens direct abhängig ist von der Höhe der Temperatur.

Die Versuche über die erhöhte Haltbarkeit der pasteurisirten Milch wurden demnach in der Weise angestellt, dass die mit der Milch ge-

füllten Kannen bei verschiedenen Temperaturen hingestellt und nun von Zeit zu Zeit auf ihre Beschaffenheit geprüft wurden. Bei derselben Temperatur hielt ich stets ähnliche Kannen, in welchen aus der Gesammtmilchmenge vor dem Pasteurisiren entnommene Proben sich befanden, welche auf dieselbe Temperatur heruntergekühlt waren, wie die pasteurisirte Milch. Es waren somit für beide Sorten Milch genau dieselben Bedingungen vorhanden.

Bei der Prüfung der Beschaffenheit der Milch wurde vorzugsweise auf folgende Punkte geachtet:

Geschmack, Aussehen und Reaction. Besonders die Prüfung der Reaction schien mir geeignet, frühzeitig, noch bevor andere äussere Kennzeichen deutlich vorhanden waren, etwaiges Verdorbensein der Milch zu erkennen. Bei gewöhnlicher Milch ist ja der Eintritt einer stärker saueren Reaction wohl stets der erste Vorbote des nahenden völligen Verderbens.

Bei der pasteurisirten Milch liess indessen dieses Mittel einigermasen im Stich. Selbst wenn die Milch schon flockig geronnen war, fand sich sehr häufig noch amphotere Reaction. Die Gerinnung scheint demnach bei der pasteurisirten Milch oft wesentlich durch das von Bacterien producirte Lab bedingt zu sein.

Es wäre nun nicht richtig gewesen, das Vordorbensein der pasteurisirten Milch von dem Zeitpunkte an zu rechnen, wo deutlich flockige Caseïngerinnung sichtbar war. Schon einige Zeit bevor dieses eintritt, ist die Milch, obwohl Geruch, Geschmack und Aussehen noch gut sein können, nicht mehr gebrauchsfähig — sie gerinnt nämlich beim Erhitzen. Eine solche Milch kann aber entschieden nicht als verkaufsfähig betrachtet werden, um so weniger, als zu der Zeit, wo die Gerinnung beim Kochen eintritt, auch die Zahl der Bacterien in der Milch zu einer solchen Höhe angestiegen ist, dass schon aus diesem Grunde die Milch beanstandet werden müsste. In der Folge wurde demnach ausser Geruch und Geschmack besonders jedesmal das Verhalten der pasteurisirten Milch beim Aufkochen geprüft und dieselbe als verdorben bezeichnet, wenn dabei auch nur die geringste feinflockige Ausfällung des Caseïns eintrat.

Neben der Untersuchung der Haltbarkeit der pasteurisirten Milch bei verschiedenen Temperaturen glaubte ich auch noch direct feststellen zu sollen, wie schnell der Bacteriengehalt derselben wieder ansteigt. Es konnte auf diese Weise vielleicht gelingen, Grenzzahlen zu finden, bei deren Ueberschreitung die Milch ohne Weiteres als verdorben bezeichnet werden muss.

Bisher fehlen in dieser Beziehung auch nur einigermassen sichere Zahlen; und doch wäre es sehr wichtig, sie zu besitzen; denn es ist klar, dass eine Milch, deren Bacteriengehalt so hoch ist, dass die in den nächsten

Stunden nothwendig eintretende Vermehrung desselben schon das Verderben der Milch herbeiführt, für den Consumenten keinen Werth besitzt.

Ich entnahm demnach von Zeit zu Zeit aus den bei verschiedenen Temperaturen gehaltenen Kannen mit pasteurisirter Milch Proben und suchte die Anzahl der jeweils in ihnen enthaltenen Bacterien zu bestimmen. Die Zählung geschah in üblicher Weise durch das Plattenverfahren; bei vermutheter grosser Anzahl von Bacterien unter Zuhülfenahme entsprechender Verdünnungen. —

Ausser auf Reaction und Gerinnung war noch darauf zu achten, dass der Geschmack und das Aussehen der Milch beim Pasteurisiren keine Veränderung erlitt.

Da für die Erhaltung des Rohgeschmackes Temperaturen unter 70° zweifellos die günstigsten sind, so unternahm ich zunächst eine Versuchsreihe, worin die Milch auf 68° erhitzt wurde, und zwar musste, um die Abtödtung der Tuberkelbacillen zu gewährleisten, diese Temperatur etwa 30′ auf die Milch einwirken.

Die zu den Versuchen benutzte Milch war Vollmilch aus einer in der Stadt befindlichen Milchwirthschaft. Sie war von normalem Fettgehalt und auch sonst von guter Beschaffenheit. Pasteurisirt wurde dieselbe etwa 2 bis 3 Stunden nach dem Melken. Beim Melken besondere Vorsichtsmaassregeln zu treffen gegen die Verunreinigung der Milch mit Keimen von den Händen des Personals und aus den Melkgefässen, unterliess ich absichtlich, um die thatsächlichen Verhältnisse so viel wie möglich nachzuahmen. Es wurden die Gefässe in der Weise gespült und die Euter der Kühe oberflächlich abgewaschen, wie es in einer gut geleiteten Milchwirthschaft üblich ist.

Die Controlproben, mit welchen die pasteurisirte Milch in Bezug auf Haltbarkeit verglichen werden sollte, wurden gleich nach dem Melken auf dieselbe Temperatur heruntergekühlt, welche die pasteurisirte Milch auf dem Kühler annahm. Diese Temperatur betrug, da die Versuche im Sommer angestellt wurden und die Kühlung mit Leitungswasser bewirkt werden musste, etwa 18° bis 19° C.

Der Geschmack der pasteurisirten Milch war in allen drei Versuchen in keiner Weise von dem der rohen Milch verschieden, nicht nur nach meinem eigenen Urtheil, sondern auch nach dem ganz unbefangen urtheilenden Milchkenner.

Das Aussehen war und blieb auch, so lange sich die Milch überhaupt gut erhielt, ein völlig normales. Besonders waren keinerlei etwa durch Erhitzen gebildete Flocken von coagulirtem Eiweiss resp. irgend eine Verfärbung zu bemerken.

Aus Tabelle II (Versuch I—III) geht hervor, dass die Abtödtung der Saprophyten in der Milch bei 35 Minuten dauerndem Erwärmen auf 68°

eine ziemlich vollständige war. Die wenigen am Leben gebliebenen Bacterien sind höchst wahrscheinlich als Sporen resistenter Arten zu deuten. Eine Verlängerung der Erhitzungsdauer würde kaum eine vollständigere Befreiung der Milch von entwickelungsfähigen Keimen herbeigeführt haben. In dem ersten Versuche entnahm ich nämlich von Zeit zu Zeit während des Erhitzens aus dem Pasteurisirgefäss Proben, um an ihnen festzustellen, inwieweit die Abtödtung von Saprophyten mit der Erhitzungszeit noch zunahm. Es stellte sich dabei heraus, dass schon nach 15 bis 20 Minuten langem Erhitzen auf 68° die Zahl der in 1 ^{ccm} enthaltenen Bacterien ebenso gering war, wie nach 35 Minuten. Dass nicht in allen Versuchen gleich viel lebende Keime übrig blieben, erklärt sich wohl ungezwungen daraus, dass die Zahl der widerstandsfähgen Sporen in der Milch gewiss nicht immer dieselbe ist. Im Versuch II, wo noch 20 bis 30 Keime erhalten blieben, war auch schon der Bacteriengehalt der ursprünglichen Milch ein sehr hoher.

Was nun die durch die Befreiung der Mich von Bacterien erzielte höhere Haltbarkeit betrifft, so geht dieselbe stets parallel der Höhe der Temperatur, bei welcher die Proben gehalten werden, ist aber im Uebrigen in allen Versuchen durchaus gleichmässig, was ich im Vergleich mit den Resultaten früherer Apparate besonders betonen möchte (s. Tabelle II).

Bei Temperaturen über 30° ist die Haltbarkeit gegenüber der nicht pasteurisirten Milch nur um 6—8 Stunden verlängert.

Bei 25° hält sich die pasteurisirte Milch schon mindestens 10 Stunden länger, als die rohe Milch, bei 23° mindestens 20 Stunden und bei 14° bis 15° 50 bis 70 Stunden länger.

Diese Zahlen sind natürlich nicht absolut genau; denn es war nicht möglich, von Stunde zu Stunde die Beschaffenheit der Milchproben zu controliren. Besonders bei der nicht erhitzten Milch, welche gewöhnlich am Morgen, nachdem sie über Nacht gestanden hatte, verdorben gefunden wurde, war meist sehr schwer zu schätzen, wie lange sie dann schon verdorben war. Aber etwaige Fehler fallen nicht zu Gunsten, sondern zu Ungunsten der pasteurisirten Milch in's Gewicht. Die Zeit, durch welche in den Tabellen die erhöhte Haltbarkeit der pasteurisirten Milch gegenüber der rohen sich ausgedrückt findet, ist nämlich gleich derjenigen, welche zwischen dem Punkte liegt, wo die rohe Milch verdorben, die pasteurisirte dagegen zum letzten Male gut gefunden wurde. Die Haltbarkeit der pasteurisirten Milch ist demnach eher einige Stunden höher anzusetzen wie niedriger.

Die Resultate der bacteriologischen Untersuchung der pasteurisirten Milch nach verschiedenen Zeiträumen werde ich weiter unten im Zusammenhange mit den übrigen Versuchen besprechen.

Tabelle II. Pasteurisirversuche mit Vollmilch.

Versuchs-Nr.	Temperatur, bei der die Proben stand. Grad	Gekühlte rohe Milch verdorb. nach Stunden	Pasteurisirte Milch: gut nach Stunden	Pasteurisirte Milch: verdorben nach Stunden	Verlängerung d. Haltbarkeit der past. Milch gegen rohe M. Stunden	Zahl der Bacterien in 1 ccm: Rohe Milch	Zahl der Bacterien in 1 ccm: Pasteuris. Milch sofort	Zahl der Bacterien in 1 ccm: Pasteurisirte Milch nach
I. 35′ 68°	—	—	—	—	—	102,600	2—3	—
	35	> 10	—	21	einige Stunden			21 Std. ca. 6—7,000,000
	23—24	> 20	36	44	ca. 20			7 „ 2—5 25 „ 20,000—100,000 36 „ 1,200,000
	15	22	80	96	ca. 60			72 „ 75,000
II. 35′ 68°	—	—	—	—	—	251,000	30—40	—
	33—35	> 16	16	22	einige Stunden			—
	26	> 16	20	26	desgl.			25 Std. 850,000
	23	> 16	36	48	ca. 20			25 „ 25,620 36 „ 513,000
	15	22	72	94	50			48 „ 80,000
III. 35′ 68°	—	—	—	—	—	25,060	3—4—5	—
	34	ca. 12	—	22	einige Stunden			—
	25	> 20	30	36	ca. 10			—
	23	—	40	48	ca. 24			—
	14	26	90	108	ca. 70			—
IV. 15′ 75°	—	—	—	—	—	37,500	2—5—3	—
	35	ca. 12	—	20	einige Stunden			—
	22	> 18	36	44	ca. 20			24 Std. 30,000 25,000 36 „ 1,100,000
	16	24	72	84	ca. 50			24 „ 8—6 40 „ 1,440 60 „ 250,000 72 „ 1,200,000
V. 15′ 75°	—	—	—	—	—	94,000	2—0—1	—
	18—20	24	66	78	ca. 42			24 Std. 11—14 48 „ 45,000 50,000 66 „ 675,000
	14	26	96	108	ca. 70			66 „ 72,000 96 „ 2,600,000

(Fortsetzung.)

Versuchs-Nr.	Temperatur, bei der die Proben stand.	Gekühlte rohe Milch verdorb. nach	Pasteurisirte Milch		Verlängerung d. Haltbarkeit der past. Milch gegen rohe M.	Zahl der Bacterien in 1 ccm		
			gut nach	verdorben nach		Rohe Milch	Pasteuris. Milch sofort	Pasteurisirte Milch nach
	Grad	Stunden	Stunden	Stunden	Stunden			
VI. 10' 96°	—	—	—	—	—	50,000	0—1—0	—
	35	> 14	—	22	einige Stunden			—
	26	> 14	32	34	ca. 20			32 Std. 2,500,000
	23—24	ca. 18	48	56	ca. 30			36 „ 39,000 48 „ 1,120,000
	15	26	100	120	ca. 72			

Die zweite Versuchsreihe mit dem neuen Pasteurisirapparate betraf das Pasteurisiren der Magermilch.

Bei der Untersuchung der Magermilch der hiesigen Molkerei fiel mir auf (s. auch Tabelle III), dass dieselbe einen ungemeinen Reichthum an Mikroorganismen aufwies, unter welchen besonders verflüssigende Arten vorherrschten. Dieser hohe Bacteriengehalt und einige Vorversuche, welche ich anstellte, machten es mir wenig wahrscheinlich, dass es gelingen würde, durch halbstündiges Erhitzen auf 68° die Milch in genügender Weise keimfrei zu machen. Ich beschloss deshalb, bei der Magermilch von vornherein höhere Temperaturen anzuwenden, zumal hier eine geringe Aenderung des Geschmackes weniger in Betracht kommt, als bei der Vollmilch.

Es wurden zunächst 75° als Versuchstemperatur gewählt. Um alle pathogenen Keime, besonders auch Tuberkelbacillen zu tödten, musste die Milch sicher 10 Minuten auf diese Temperatur erhitzt werden. Im ersten Versuche liess ich die Temperatur 20 Minuten einwirken und entnahm von 5 zu 5 Minuten Proben aus der Milch, vermischte sie mit flüssiger Gelatine und goss zu Platten aus, um so festzustellen, wie lange mit zunehmender Dauer der Erhitzung die Zahl der entwickelungsfähig gebliebenen saprophytischen Bacterienkeime noch abnahm. Das Resultat war, dass schon von der zehnten Minute an die Zahl der Bacterien constant blieb. Während in der nicht pasteurisirten Milch ca. 2,000,000 Keime im Cubikcentimeter enthalten waren, zeigte die nach 5 Minuten entnommene Probe etwa 250, nach 10 Minuten 100, nach 15 Minuten 90, nach 20 Minuten etwa 100. Da schon nach 10 Minuten das Maximum der Abtödtung erreicht war, so erhitzte ich in den folgenden Versuchen die Magermilch stets 15 Minuten auf 75°. Die Erfahrung zeigte denn auch, dass dabei in der That die Vernichtung der das rasche Verderben der

Milch herbeiführenden Bacterien erfolgt, wie die **bedeutend** und in allen Versuchen wiederum **gleichmässig** erhöhte Haltbarkeit der erhitzten Milch beweist. (S. Tabelle III, Versuch IV bis VII.)

Tabelle III. Pasteurisirversuche mit Magermilch.

Versuchs-Nr.	Temperatur, bei welcher d. Prob. gehalten (Grad)	Gekühlte rohe Milch verdorb. nach (Stunden)	Pasteurisirte Milch gut nach (Stunden)	Pasteurisirte Milch verdorben nach (Stunden)	Verlängerung d. Haltbarkeit der past. Milch gegen rohe M. (Stunden)	Zahl der Keime in 1 ccm: Rohe Milch	Zahl der Keime in 1 ccm: Pasteur. Milch sofort	Zahl der Keime in 1 ccm: Pasteurisirte Milch nach
IV. 15′ 75°	—	—	—	—	—	2,100,000	106—121	—
	35	5	—	20	einige Stunden			—
	23—24	7	36	42	ca. 28			36 Std. 2,150,000
V. 15′ 75°	—	—	—	—	—	1,900,000	30—30	—
	35	6½	—	18	wenige Stunden			—
	22	9	48	58	ca. 39			32 Std. 125,000
VI. 15′ 75°	—	—	—	—	—	700,000	0—2—5	—
	23	> 8	36	44	ca. 24			6 Std. 25—70 25 „ 384,000 36 „ 1,300,000
	16	> 12	68	74	ca. 58			24 „ 3,000 48 „ 80,000 68 „ 1,340,000
VII. 15′ 75°	—	—	—	—	—	1,400,000	5—16—18	—
	23	> 8	36	44	ca. 28			24 Std. 25,000 30,000 36 „ 1,000,000
	15	> 12	72	82	ca. 60			
X. 10′ 96°	—	—	—	—	—	202,500	0—2—0	—
	25—27	> 10	30	42 eine Probe *a* noch gut, doch nach 3 Std. auch verdorb.)	ca. 20			30 Std. 625,000 *a* nach 42 Std. 2,500,000
	23—24	12	48	54	ca. 36			30 Std. 150,000 48 „ 2,000,000
	15	12—14	72	90	ca. 60			48 „ 100,000 72 „ 1,300,000

Trotzdem die rohe Milch in allen Versuchen fast unmittelbar vor dem Verderben stand, hielt sich die pasteurisirte Milch bei 23° noch 24 bis 28 Stunden, bei 16° ca. 60 Stunden länger gut. Bei 35° war wiederum nur ein geringer Unterschied zu constatiren.

Entgegen meinen anfänglichen Befürchtungen zeigte sich der Geschmack der bei 75° pasteurisirten Milch kaum verändert. Nur bei sehr aufmerksamer Prüfung konnte man vielleicht eine kleine Differenz gegen die rohe Milch bemerken. Aus diesem Grunde schien es mir angezeigt, zu versuchen, ob auch die Vollmilch das Pasteurisiren bei 75° verträgt. Man konnte hoffen, dadurch vielleicht eine noch längere Conservirung zu erzielen. Die Haltbarkeit der Milch wurde nun allerdings durch das Pasteurisiren bei 75° nicht wesentlich erhöht (s. Tab. II, Versuch VIII u. IX), dagegen war der Geschmack der pasteurisirten Milch so vollständig dem der rohen ähnlich, dass kaum ein Unterschied wahrgenommen werden konnte. Alle, welche die Milch prüften, waren nicht sicher im Stande, die pasteurisirte von der rohen zu unterscheiden. Es kann deshalb auch für Vollmilch das 15 Minuten lange Erhitzen auf 75° zur Conservirung empfohlen werden, besonders wegen der manchmal gewiss sehr in Betracht kommenden Zeitersparniss.

Für die Fälle, wo die Milch bei ganz extrem hohen Sommertemperaturen (über 30°) länger aufbewahrt oder transportirt werden soll, konnte man versuchen, unter Verzicht auf den Rohgeschmack mit der Pasteurisirtemperatur noch höher herauf zu gehen, um durch Tödtung auch der widerstandsfähigeren Keime die Milch haltbarer zu machen. Sollte aber dieses Ziel mit einiger Sicherheit erreicht werden, so war nicht bloss um einige Grade mit der Temperatur zu steigen; denn hierdurch wären die ganz widerstandsfähigen Keime wohl kaum beeinflusst worden, sondern man musste Temperaturen möglichst nahe dem Siedepunkte wählen und diese längere Zeit einwirken lassen. Bei Versuchen, welche ich in der Richtung anstellte, zeigte sich, dass es aber auch nicht räthlich ist, über 96° heraufzugehen, da sonst die Milch anfängt zu stark zu schäumen.

Die Resultate einer 10 Minuten langen Erhitzung auf 96°, welche zur Abtödtung aller Krankheitserreger sicher genügt, waren sowohl bei Vollmilch, wie bei Magermilch in Bezug auf die Vollständigkeit der Vernichtung der Saprophyten und besonders auch in Bezug auf die Haltbarkeit bessere, als in den beiden ersten Versuchsreihen (s. Tab. II, 10 und Tab. III, 9).

Die meisten Platten blieben, auch bei Zusatz von $^1/_2$ ccm Milch zu jeder, steril.

Die Haltbarkeit der Milch war jetzt auch bei 25° bis 30° deutlich erhöht. Bei 26° bis 27° betrug die Erhöhung etwa 20 Stunden. Ebenso waren bei 23° und bei 15° entsprechende Erhöhungen eingetreten (s. Tab...). Der Geschmack der Milch war zwar deutlich verändert, jedoch bei Weitem nicht so stark, wie etwa bei in geschlossenen Gefässen gekochter Milch.

Die bacteriologischen Untersuchungen, welche über die Schnelligkeit der Vermehrung der am Leben gebliebenen Keime in der pasteurisirten Milch Aufschluss geben sollten, zeigten übereinstimmend, dass die Vermehrungsgeschwindigkeit ebenso wie die Schnelligkeit des Verderbens der Milch mit der Aussentemperatur, bei welcher die Proben gehalten werden, steigt oder fällt.

In der bei 96° pasteurisirten Milch ist entsprechend der höheren Haltbarkeit auch die Vermehrung der Bacterien eine langsamere, als in der auf 68° oder 75° erhitzten Milch.

Deutlich verdorben ist die Milch gewöhnlich bei einem Gehalt von etwa 2 bis 4 Millionen Keimen im Cubikcentimeter. Bei dem Versuch, eine Grenzzahl zu finden, bei deren Ueberschreitung die Milch ohne Weiteres beanstandet werden müsste, wäre es verkehrt, etwa die Höhe des Bacteriengehaltes als noch zulässig zu bezeichnen, bei welchem die Milch gerade noch äusserlich von guter Beschaffenheit erscheint. Denn einerseits hätte eine solche Milch für den Consumenten einen sehr geringen Werth, da sie ihm häufig unter den Händen verderben würde; andererseits ist zu bedenken, dass bei Erreichung der bezeichneten Grenze die Anhäufung der Stoffwechselproducte der Bacterien schon einen solchen Grad erreicht hat, wie sie unter Umständen für die Gesundheit, besonders von Kindern, wahrscheinlich sehr nachtheilig sein kann.

Solange wir nun allerdings nicht wissen, welche Arten von Milchbacterien toxische Stoffwechselproducte liefern, und bei welcher Menge von Keimen die Anhäufung so weit gediehen ist, dass eine Gefahr für die Gesundheit der die Milch Geniessenden zu befürchten steht, bewegen wir uns in Bezug auf die Aufstellung von Grenzzahlen überhaupt fast ganz im Dunkeln. Wir werden daher, wenn wir trotzdem den Versuch einer Aufstellung unternehmen, sehr vorsichtig zu Werke gehen und die Zahl jedenfalls thunlichst niedrig wählen müssen. Aus den Tabellen II u. III ist ersichtlich, dass die pasteurisirte Milch nach einem 24stündigen Aufenthalte bei 22° bis 23° durchschnittlich ungefähr 25.000 bis 30,000 Keime im Cubikcentimeter enthält. Nach Erreichung dieser Zahl hält sich die Milch bei derselben Temperatur noch mindestens 10 Stunden gut. Die weitere Haltbarkeit der 24 Stunden bei 22° gehaltenen pasteurisirten Milch entspricht also annähernd derjenigen, welche die rohe Milch vom Zeitpunkt des Melkens ab bei der gleichen Temperatur

besitzt. Auch die Keimzahl, welche in der rohen Milch aus reinlich gehaltenen Molkereien kurze Zeit nach dem Melken gewöhnlich gefunden wird, bewegt sich ungefähr in denselben Grenzen, wie bei der 24 Stunden bei 22° aufbewahrten pasteurisirten Milch, nämlich 25,000 bis 100,000.[1] Man würde also vielleicht vorläufig am besten thun, wenn man etwa 50,000 Keime im Cubikcentimeter als Grenzzahl für eine verkaufsfähige, gute Milch aufstellte. Denn erfahrungsgemäss ist die rohe Milch wenige Stunden nach dem Melken — abgesehen von etwaigen Beimengungen pathogener Bacterien — als gesundheitsschädlich wohl sicher nicht anzusehen, und auch ihre Haltbarkeit ist derart, dass sie den Bedürfnissen des Consumenten genügen muss.

Man könnte allerdings Anstand nehmen, die so gewonnene Grenzzahl ohne Weiteres auf die pasteurisirte Milch zu übertragen. Besonders der Umstand, dass in der in sterilisirten, vor äusseren Verunreinigungen geschützten Gefässen aufbewahrten Milch die Keimzahl durch Vermehrung einiger bestimmter in der Milch vorhandener Bacterien allmählich ansteigt, in der rohen Milch dagegen derKeimgehalt zum nicht geringen Theil auch durch das directe Hineingelangen mehr oder weniger grosser Mengen von Mikroorganismen aus verunreinigten Gefässen u. s. w.[2] bedingt ist, scheint zu fordern, dass bei dem Versuch, die Zulässigkeit der Milch aus dem Bacteriengehalt zu beurtheilen, an die rohe Milch ein anderer Maassstab angelegt werden muss, wie an die pasteurisirte. So lange wir indessen verlässliche Untersuchungen über die Arten der Bacterien in der pasteurisirten Milch und über ihre Stoffwechselproducte nicht besitzen, wird es trotzdem zu empfehlen sein, an der obengenannten immerhin niedrigen Grenzzahl von 50,000 Keimen für alle Fälle festzuhalten.

[1] Cnopf und Escherich, *Verhandlungen der Section für Kinderheilkunde auf der 62. Naturforschersammlung Heidelberg.* 1889. — Aehnliche Zahlen fand von Freudenreich, *Milchindustrie,* Organ für das Molkereiwesen u. s. w. Bern 1889, December. Freudenreich hat auch Versuche darüber angestellt, wie schnell in der rohen Milch die Vermehrung der Bacterien in verschiedenen Temperaturen fortschreitet. Ich lasse hier als Beispiel einen solchen Versuch folgen, da derselbe vielleicht als Vergleich zu der Vermehrungsgeschwindigkeit der Keime in der pasteurisirten Milch von Interesse sein dürfte.

Freudenreich fand kurze Zeit nach dem Molken ca. 9300 pro Cubikcentimeter.

Nach	bei 15°	bei 25°	bei 35°
3 Stunden	10,000	18,000	39,000
6 „	25,000	172,000	12,000,000
9 „	46,000	1,000,000	35,280,000
24 „	5,700,000	577,500,000	50,000,000

[2] Vergl. hierüber auch Cnopf und Escherich a. a. O.

Ueberblicken wir das Resultat der mitgetheilten Versuche im Ganzen, so müssen wir zu dem Schluss kommen, dass es mittels der oben beschriebenen zweckmässigen Erhitzung in Verbindung mit der Sterilisation des Kühlers und der Transportgefässe in der That gelingt, eine den hygienischen Anforderungen sowohl wie den Ansprüchen des Consumenten und Producenten völlig genügende haltbarere Milch herzustellen, und dass somit die Möglichkeit einer allgemeinen Versorgung mit guter Milch zweifelsohne besteht. Soll aber das Verfahren, was dringend zu wünschen wäre, allgemeinen Eingang finden, so sind zunächst noch eine Reihe von Einwänden und Bedenken, welche gegen dasselbe erhoben werden könnten, näher zu betrachten und womöglich zu widerlegen.

Erstens liesse sich gegen das neue Verfahren einwenden, dass die Haltbarkeit der pasteurisirten Milch eine für das praktische Bedürfniss zu geringfügige ist. Es scheint dieser Einwand besonders für die bei höherer Temperatur aufbewahrte Milch auf den ersten Blick nicht ganz unberechtigt zu sein; denn wie die Tabellen zeigen, ist thatsächlich bei Temperaturen über 26° C. die Haltbarkeit der pasteurisirten Milch gegenüber der rohen Milch nur um wenige Stunden erhöht. Wenn man indessen von den thatsächlichen Verhältnissen ausgeht, so wird man zu dem Schluss kommen, dass derartig hohe Temperaturen wohl kaum je eine nennenswerthe Zeit auf die Milch einwirken. Bis die Milch zum Transport gelangt, wird sie in der Milchwirthschaft natürlich nicht bei der hohen Aussentemperatur, sondern bei Kellertemperatur von höchstens 15° aufbewahrt werden. Ein derartiger kühler Raum wird wohl überall zur Verfügung stehen; den Transport selbst wird man naturgemäss nicht in die heisseste Zeit des Tages verlegen, sondern auf die kühleren Abend- und Morgenstunden. Nach einem 10 bis 12stündigen Aufenthalt bei Kellertemperatur hat aber, wie aus den Tabellen zu ersehen, die Vermehrung der Bacterien in der Milch noch kaum wieder begonnen. Durch einen darauf folgenden zehnstündigen Transport bei 22 bis 23° würden die Bacterien der Milch sich ebenfalls nur wenig vermehren, zumal in grösseren Quantitäten Milch, die nur sehr langsam die Temperatur der äusseren Umgebung annehmen. Setzt man ausser diesem zehnstündigen Transport sogar noch einen fünfstündigen Aufenthalt bei 23° bis 24° C. auf dem städtischen Verkaufswagen voraus, so gelangt die Milch immer noch in solcher Beschaffenheit in die Hände des Consumenten, dass sie mindestens 10 Stunden haltbar ist und die oben aufgestellte Grenzzahl von 50,000 Keimen meist nicht erreicht hat. Selbst wenn ausnahmsweise in den letzten Stunden auf dem Verkaufswagen eine Temperatur von 25° bis 30° auf die Milch einwirkte, so würde sie darum noch nicht

verderben. Ich habe dies durch einige Versuche noch besonders festgestellt. Wurde z. B. eine bei 75° pasteurisirte Milchprobe zunächst 10 Stunden bei 14° gehalten, dann 22 Stunden bei 23° und endlfch 7 Stunden bei 30°, so war dieselbe noch gut (39 Stunden nach dem Pasteurisiren) und hielt sich auf 23° zurückgebracht noch weitere 5 Stunden. — Kommt die Milch unmittelbar oder kurze Zeit nach dem Pasteurisiren zum Transport, so kann man ihre Haltbarkeit gewiss noch bedeutend dadurch vermehren, dass man sie auf eine sehr niedrige Temperatur herunterkühlt. In meinen Versuchen war die Milch, da mit Leitungswasser gekühlt werden musste, nach der Kühlung immer noch ca. 20° warm, während bei Kühlung mit Brunnenwasser oder gar mit Eiswasser leicht 5 bis 11° erreicht werden. Selbst bei 23° bis 24° dauert es dann immer 5 bis 6 Stunden, bis ein Quantum von 20 Litern auf die Aussentemperatur durchwärmt ist. Ich habe das durch mehrere Versuche festgestellt. Auch die Kühlung der Kannen im Innern der Verkaufswagen durch Eis würde der Haltbarkeit der Milch sehr zu Gute kommen. Alles in Allem genommen kann man unter Berücksichtigung der sämmtlichen erwähnten Umstände die Haltbarkeit der pasteurisirten Milch selbst im heissesten Sommer mindestens zu 30 Stunden annehmen, meistens wird dieselbe indessen grösser sein.

In wärmeren Klimaten und bei ausnahmsweise weitem Transport kann man unter Verzicht auf völligen Rohgeschmack durch Pasteurisiren bei 96° die Haltbarkeit der Milch noch weiter erhöhen. Es lässt sich dies um so eher verantworten, als bei sehr grosser Hitze die Milch doch wohl nur in den seltensten Fällen vom Consumenten roh genossen zu werden pflegt. Im Allgemeinen wird man aber in unseren Klimaten mit Pasteurisirtemperaturen von 68° oder 75° sicher auskommen.

Bei Aussentemperaturen unter 22° steigt die Haltbarkeit der Milch fast mit jedem Grade, den man heruntergeht. So ist z. B. aus der Tabelle II Versuch VI zu ersehen, dass die bei 75° pasteurisirte Milch sich bei 18° bis 20° 66 Stunden gut hält; bei 14° bis 16° bleibt die Milch etwa drei Tage verkaufsfähig. Dieser Umstand wird es vielleicht ermöglichen, in Gegenden, wo die mittlere Temperatur des heissesten Monats (Juli) 15° C. nicht wesentlich überschreitet, die pasteurisirte Milch auf sehr weite Entfernungen z. B. von Norwegen nach England zu transportiren. Jedenfalls aber ist die Haltbarkeit der pasteurisirten Milch im Ganzen eine solche, dass sie in unseren Gegenden die Versorgung von Städten mit guter Milch auch aus weit entfernten milchreichen Gegenden sicher ermöglicht, und dass auch der Landwirth aus der Anwendung des Verfahrens entschieden grossen Vortheil ziehen kann. —

Ein zweiter Fehler des Conservirens der Milch durch Pasteurisiren hätte darin bestehen können, dass durch das längere Erhitzen die Ausrahmefähigkeit der Milch vermindert worden wäre. Obgleich etwas Derartiges an sich nicht wahrscheinlich war, zumal bei dem sogenannten Becker'schen Aufrahmeverfahren ja absichtlich die Milch auf 50° C. erwärmt wird, glaubte ich doch über die Stichhaltigkeit eines etwaigen Einwandes in dieser Richtung mir durch einige directe Versuche Gewissheit verschaffen zu sollen.

120 Liter frisch gemolkene Milch wurden in einem Kübel gut gemischt und nun in drei Portionen zu je 40 Liter getheilt. Von diesen wurde eine Portion 15′ bei 75°, und eine andere 10′ bei 96° pasteurisirt. Die dritte Portion wurde nicht erhitzt. Von allen drei Portionen habe ich dann je 20 Liter in einem kleinen De Laval'schen Handseparator in der in den Molkereien üblichen Weise centrifugirt, die Rahmmenge jeder Portion gemessen, und in der entsprechenden Magermilch den Fettgehalt mittelst des Soxhlet'schen araeometrischen Verfahrens bestimmt. Nach dem gleichen Verfahren wurde auch der Fettgehalt in Proben der nicht centrifugirten Milch ermittelt.

Fettgehalt der ganzen Milch	Fettgehalt der Magermilch	Rahmmenge	
3·65 Proc.	0·31 Proc.	3300 ccm	Nicht erhitzte Milch
	0·28 „	3340 ccm	Bei 75° pasteurisirte Milch
	0·30 „	3290 ccm	Bei 96° pasteurisirte Milch

Aus der kleinen Tabelle ist zu ersehen, dass der Ausrahmungsgrad bei allen drei Proben fast genau derselbe, d. h. der für den Laval'schen Separator bei 4000 Touren pro Minute normale war.

Die Verbutterungsfähigkeit des Rahmes, wie auch der Geschmack der Butter, hatte ebenfalls nicht gelitten. Es war dies auch an sich kaum wahrscheinlich, da bei manchen Buttergewinnungsverfahren der Rahm absichtlich vor dem Buttern stärker erhitzt wird.

Ein drittes Bedenken, das der allgemeineren Einführung des neuen Pasteurisirverfahrens vielleicht hindernd im Wege stehen könnte und das sicherlich noch oft gegen dasselbe geltend gemacht werden wird, ist die Complicirtheit und das Zeitraubende des Verfahrens.

Die Complicirtheit ist indessen nur scheinbar vorhanden. In Wirklichkeit ist, wenn alle Apparate und Verbindungen exact und praktisch gearbeitet sind, der ganze Pasteurisirprocess von völlig ungeübten Leuten nach ein- oder zweimaligem Erklären leicht und vollkommen richtig auszuführen. Ich habe nicht unterlassen, mich hiervon wiederholentlich zu überzeugen.

An Personal ist nicht mehr erforderlich, wie in einer ländlichen Molkerei kleinsten Styls mit Centrifugenbetrieb.

So zeitraubend, wie es auf den ersten Blick scheint, ist das Verfahren ebenfalls nicht. Als Pasteurisirtemperatur wird man gewöhnlich nach dem oben Ausgeführten 75° wählen. Das Anwärmen der Milch auf diese Temperatur dauert höchstens 15 Minuten; die gleiche Zeit muss die Temperatur einwirken. Die dann folgende Kühlung nimmt bei richtiger Bemessung der Dimensionen des Kühlers $^1/_2$ Stunde in Anspruch. Es erfordert also jedes zu pasteurisirende Quantum Milch etwa eine Stunde Zeit. Die Sterilisation des Kühlers und eines Theiles der Transportgefässe kann sehr gut während des Pasteurisirens mittelst eines zweiten vom Kessel abgehenden Dampfrohres besorgt werden, besonders während der Zeit des Constanthaltens der Pasteurisirtemperatur, wobei fast gar kein Dampf verbraucht wird. Den anderen Theil der Transportgefässe sterilisirt man während der ersten Zeit des Kühlens.

Bei richtiger Bemessung der Dimensionen des Dampfkessels, des Pasteurisirapparates und des Kühlers lassen sich aber mindestens 500 Liter Milch auf einmal in der angegebenen Zeit pasteurisiren.

Danach nimmt das Verfahren kaum mehr Zeit in Anspruch wie die älteren Methoden. Aber auch vorausgesetzt, man brauchte zur Ausführung des neuen Verfahrens wirklich etwas mehr Zeit, so fällt das den durch dasselbe erreichten Vortheilen gegenüber kaum in's Gewicht, zumal für gewöhnlich beim Betriebe einer ländlichen Molkerei doch relativ viel Zeit und Personal verfügbar ist.

Die Kosten, welche dem Landwirth aus der Anwendung des Pasteurisirverfahrens erwachsen, belaufen sich nach einer genauen Berechnung, deren Einzelheiten ich hier übergehe, auf höchstens 0·3 bis 0.6 Pfennige (je nachdem, ob für Centrifugenbetrieb ein Dampfkessel vorhanden ist oder nicht) pro Liter Milch. Dieselben dürften aber wohl in allen Fällen durch die Vortheile der pasteurisirten Milch überreichlich aufgewogen werden.

Obwohl nun also das neue Pasteurisirverfahren in Bezug auf seine Leistungsfähigkeit die älteren Apparate bedeutend überragt und in Bezug auf Inanspruchnahme von Zeit und Kosten nicht unvortheilhafter arbeitet als diese, so habe ich mich doch bemüht, zu versuchen, ob der Zweck, die Milch eine genau bestimmte Zeit auf eine genau bemessene Temperatur zu erhitzen und das nachträgliche Hineingelangen neuer Keime in dieselbe zu verhüten, sich nicht auf noch einfacherem, kürzerem und billigerem Wege erreichen liesse. Bei dem Bestreben in dieser Richtung war der Gedanke naheliegend, mit Umgehung aller complicirten Apparate die Erhitzung der Milch direct in den gut

verschlossenen Transportgefässen und die Kühlung durch Einsetzen der Kannen in Wasser vorzunehmen.

Die Milch wurde in Kannen zu 20 Litern in einem geschlossenen eisernen Kasten, in welchen aus dem Dampfkessel Dampf eingeleitet werden konnte, erhitzt. Die Anwärmung ging sehr rasch vor sich. Das Constanthalten einer bestimmten Temperatur war relativ leicht ausführbar. Auch die nachträgliche Kühlung der Milch durch Einsetzen der Kannen in fliessendes Wasser liess sich — allerdings mit sehr grossem Wasserverbrauch — hinreichend rasch bewirken.

Anfänglich glaubte ich, dass es zur sicheren Conservirung nothwendig sei, die Kannen vor dem Einfüllen der Milch zu sterilisiren. Es geschah dieses, da der eiserne Erhitzungs-Kasten auf Druck construirt war, durch 10 Minuten langes Einsetzen in den Dampfraum desselben bei einem Dampfdruck von 0·75 Atmosphären, entsprechend einer Temperatur von ca. 115° C.

Controlversuche mit nicht sterilisirten Kannen ergaben indessen, dass in ihnen die Haltbarkeit der Milch nicht wesentlich geringer war, wie in den sterilisirten, wenn nur die Vorsicht gebraucht wurde, die Kannen ganz zu füllen.

Etwas rascher schien allerdings das Verderben der Milch und das Ansteigen des Bacteriengehaltes in den nicht sterilisirten Gefässen vor sich zu gehen, wie aus Tab. V hervorgeht.

Ich lasse hier als Beispiele in tabellarischer Uebersicht die Resultate einiger Versuche folgen, darunter auch die von Parallelversuchen mit sterilisirten und nichtsterilisirten Kannen. Es ist daraus zu ersehen, dass die Resultate des einfacheren Verfahrens in Bezug auf Haltbarkeit der Milch ganz befriedigende waren; das war aber keineswegs der Fall in Bezug auf die Beschaffenheit der Milch.

Schon die ca. 35′ auf 68° erhitzte Milch zeigte Geschmacksänderung. Bei einer 15 Minuten langen Einwirkung von 75° C. war dieselbe sehr stark ausgesprochen und trat besonders nach längerem Stehen der Milch unangenehm hervor. Dazu kommt, dass in der Milch kleine Flocken von durch Hitze geronnenem Eiweiss schwimmen,[1] an welche sich besonders nach längerem Stehen der Milch Rahmtheilchen fest anhängen; dadurch wird die Milch bald unansehnlich. Erhöht wird diese Unannehmlichkeit noch dadurch, dass sich auf der Oberfläche der Milch eine sogenannte Milchhaut bildet, an deren Fetzen ebenfalls Rahmtheilchen hängen bleiben.

[1] Bei dem ersten Pasteurisirverfahren werden diese durch ein feines im Einflussbecken des Kühlers befindliches Sieb abgefangen.

Tabelle IV. Versuche über das Pasteurisiren der Milch in den Transportgefässen.

Nr.	Temperatur, bei der die Proben standen	Pasteurisir-temperatur	Rohe Milch verdorben nach	Past. Milch in sterilen Gefässen gut nach	Past. Milch in steril. Gefässen verdorben nach	Past. Milch in nicht sterilen Gefässen verdorben nach	Zahl der Bacterien in 1 ccm: Rohe Milch	Past. Milch in sterilen Gefässen sofort	Past. Milch in sterilen Gefässen nach	Past. Milch in nicht sterilen Gefässen sofort	Past. Milch in nicht sterilen Gefässen nach
	Grad		ca. Stunden	Stunden	Stunden	Stunden					
I.	22—23	15′ 75°	20	48	62	—	—	—	—	—	—
	15	„	30	72	96	—	—	—	—	—	—
II.	27—30	10′ 96°	15	22	28	—	—	—	—	—	—
	22—23	„	20	62	72	—	—	—	—	—	—
	15	„	30	96	108	—	—	—	—	—	—
III.	20	15′ 75°	24	60	72	60	—	—	—	—	—
	14	„	35	96	108	96	—	—	—	—	—
IV.	18—20	15′ 75°	22	66	80	60	72,000	0—1	24 Std. 1—2 48 „ 45,000 66 „ 675,000	1—2	24 Std. 22—38 48 „ 80,000
	14	„	30	90	108	90	72,000	0—1	66 „ 72,000	1—2	66 „ 141,000
V.	23	15′ 75°	18	40	50	40	288,000	8—6	24 „ 7,800	5—8	24 „ 19,500
VI.	23	10′ 96°	18	72	80	65	300,000	4—0	24 „ 8—2 48 „ 121,000 72 „ 1,500,000	4—2	24 „ 75—74 48 „ 1,200,000
VII.	16	15′ 75°	25	72	90	90	337,500	0—0	24 „ 8—12 40 „ 800 62 „ 250,000	0—1	24 „ 8—6 40 „ 1,440 62 „ 300,000

Bei dieser durchaus mangelhaften Beschaffenheit der Milch dürfte das zweite Verfahren trotz der grösseren Einfachheit sicher nicht vor dem ersten den Vorzug verdienen, und zwar um so weniger, als auch etwaige durch dasselbe erzielte ökonomische Vortheile in sehr vielen Fällen wieder ausgeglichen würden durch den ganz bedeutenden Verbrauch an Kühlwasser, welches nöthig wird, wenn die Abkühlung der Kannen hinreichend rasch erfolgen soll.[1]

- -

Nachdem es somit gelungen, ein Verfahren zu finden, mittelst dessen es möglich ist, ohne die Qualität der Milch zu beeinträchtigen, auf billige und leichte Weise die Milch sowohl länger haltbar zu machen als auch sicher von etwaigen pathogenen

[1] Neuerdings wird durch die Tagesblätter bekannt, dass in Berlin eine Firma Neuhaus, Gronwald und Oehlmann sterilisirte Milch in Flaschen zum Preise von 10 Pf. pro $^1/_3$ Liter in Handel bringen wird. Die Sterilisation erfolgt in einem von Gronwald construirten Apparate durch Erhitzen. Genaueres über das Verfahren ist noch nicht bekannt; doch zeigt der Geschmack der Milch auf's deutlichste, dass dieselbe mindestens bis nahe zur Siedetemperatur erhitzt wird.

Aus den vorstehenden Ausführungen ergiebt sich, dass dieses Unternehmen nicht ganz richtige hygienische Principien verfolgt. Für eine allgemeine Milchversorgung ist die Gronwald'sche Milch viel zu theuer; sie ist namentlich für die ärmere Bevölkerung unerschwinglich, während gerade diese eine keimfreie und zugleich billige Milch vor allem bedarf. Ferner ist es unrichtig, für den allgemeinen Markt den Rohgeschmack der Milch fallen zu lassen. Will man das thun, so bedarf es zur Herstellung keimfreier Milch überhaupt nicht besonderer geheimnissvoller Verfahren oder Apparate. Oeconomierath Grub in Berlin stellt seit Jahren eine in Flaschen sterilisirte und der Gronwald'schen mindestens gleichwerthige Milch in einem Desinfectionsapparate von Rietschel und Henneberg her. Der Milchproducent kann sogar in noch billigerer Weise zu einem solchen Präparat kommen, wenn er die gefüllten Kannen in einem der bekannten primitiven Desinfectionsapparate für strömenden Dampf oder auch in einem offenen Kessel in Wasser kurze Zeit auf ca. 96° erhitzt. Hält man dagegen an der Forderung des Rohgeschmacks für die Marktmilch fest, dann ist bis jetzt lediglich das beschriebene Pasteurisirverfahren im Stande, keimfreie Milch zu liefern; und dasselbe gewährt ausserdem die Keimfreiheit für so billigen Preis, dass die derartig präparirte Milch allen Schichten der Bevölkerung zugänglich ist.

Für eine Versorgung mit sterilisirter Kindermilch ist aber unbedingt das von Hochsinger empfohlene Verfahren der Gronwald'schen Art der Präparation vorzuziehen. Es wäre daher zu wünschen, dass bei dem Gronwald'schen Unternehmen Einrichtungen getroffen würden, welche es zu einer Versorgung Berlin's mit wirklich empfehlenswerther sterilisirter Kindermilch befähigten (vgl. S. 246); für eine Desinfection der gewöhnlichen Marktmilch ist es entschieden nicht geeignet.

Keimen zu befreien, wäre es dringend zu wünschen, dass ein sachgemässes Pasteurisiren der Milch allgemeinen Eingang finden möge. Da sich der Ausführung desselben unüberwindliche oder auch nur irgendwie erhebliche Schwierigkeiten nicht entgegenstellen, so ist, bei der grossen Infectionsgefahr, welche die rohe Milch bietet, zweifellos die Hygiene berechtigt zu, fordern, dass alle Milch, bevor sie zum Verkauf gelangt, pasteurisirt wird. Und zwar müsste diese Forderung nicht nur für die Gebrauchsmilch gestellt werden, sondern auch für die Milch, welche zu Butter verarbeitet wird, besonders, wenn die Behauptung, dass pathogene Bacterien in der Butter längere Zeit lebensfähig bleiben können, durch genauere Untersuchungen bestätigt werden sollte. Denn eine Butter, welche lebenskräftige Krankheitserreger enthält, birgt vielleicht eine noch grössere Infectionsgefahr, wie Milch, da die Butter zum weitaus grössten Theile roh genossen zu werden pflegt, die Milch dagegen von vorsichtigen Consumenten immerhin oft vor dem Genuss gekocht wird.

In vielen Fällen werden gewiss die offenbaren financiellen Vortheile des neuen Verfahrens den Milchproducenten bewegen, dasselbe anzuwenden. Aber ganz wird auf diesem Wege das hygienisch so wichtige Ziel, allgemein dem Publikum eine sicher von Infectionskeimen freie Milch darzubieten, nicht erreicht werden. Auch der Druck der öffentlichen Meinung würde wohl kaum in allen Fällen ausreichen. Wollen wir wirklich sicher gehen, so wird es sich kaum vermeiden lassen, in ähnlicher Weise wie z. B. beim Fleisch, zu gesetzlichen Maassnahmen zu greifen und durch administrative Verordnungen das Pasteurisiren der Milch obligatorisch zu machen. Eine Härte gegen den Producenten würde in einem derartigen Gesetz um so weniger liegen, als einerseits das Verfahren nur wenig kostspielig ist, andererseits ja aber auch dem Producenten selbst meistens grosse Vortheile bietet.

Es soll zwar nicht geleugnet werden, dass die allgemeine Durchführung eines derartigen Gesetzes keine einfache sein würde, ja dass sie vielleicht unmöglich ist.

Das aber liesse sich gewiss erreichen, dass wenigstens die in Städte eingeführte Milch gewissen gesetzlichen Vorschriften genügen muss, wie ja auch bei der Fleischversorgung grösserer Städte ähnliche Grundsätze massgebend sind, und wie für Milch in einigen Städten Schwedens[1] in dieser Hinsicht mindestens ein beachtenswerther Anfang gemacht ist.

---

[1] Vergl. R. Wawrinsky, Die Milchcommission in Stockholm. *Deutsche Vierteljahrsschrift für öffentliche Gesundheitspflege.* Bd. XXI. S. 424 ff.

Wenn man auch das Pasteurisiren selbst nicht gesetzlich vorschreiben kann, so liesse sich z. B. durch die Vorschrift, dass keine Milch in Städten zum Verkauf gelangen darf, deren Bacteriengehalt eine festgesetzte niedrige Grenze — etwa 50,000 Bacterien pro Cubikcentimeter — überschreitet, sowie durch ausgiebige polizeiliche Controle in dieser Richtung das gewissenhafte Pasteurisiren der Handelsmilch in sehr vielen Fällen indirect erzwingen.

Ueber pathogene Mikroorganismen in den Hadern.

Von

Dr. **Otto Roth,**
Assistenten am hygienischen Institut in Zürich.

Schon längst ist darauf hingewiesen worden, dass abgelegte Kleider, Wäsche u. dergl., wie sie als sogenannte Hadern in den Handel kommen, oft zur Verbreitung von Infectionskrankheiten Veranlassung geben und deshalb in hohem Grade Beachtung von Seiten der Gesundheitsbehörden verdienen. So hat Ruijsch[1] in seiner am fünften hygienischen Congress zu Haag gehaltenen Rede die Hadern eine nationale und internationale Gefahr genannt und eine grosse Menge Fälle angeführt, in welchen die verschiedensten Infectionskrankheiten, besonders Pocken, durch dieselben verbreitet wurden. Auch in dem *Report of the Special Comitee on the Desinfection of Rags*[2] finden sich eine Unzahl von Beispielen, durch welche dargethan wird, wie leicht durch Versendung inficirter Hadern an weit entfernte Orte ganze Epidemieen in diesen letzteren entstehen können, und nach Angaben Sternberg's[3] haben in verschiedenen Fällen Stoffe, die mit Menschen in Berührung kamen, welche an Gelbfieber, Pocken, Scharlach, Milzbrand, Lungentuberculose u. s. w. litten, während des Transportes über den Ocean ihre Infectiosität nicht verloren.

Interessant ist in dieser Beziehung auch das öftere Auftreten von Pockenepidemieen in Papierfabriken.[4] Dass auch andere Krankheitskeime lange in den Hadern entwickelungsfähig bleiben, zeigt uns auch der Umstand, dass die Arbeiter der sogenannten Lumpensäle genannter Fabriken

[1] Ruijsch, *Les chiffons un danger national et international,* Discours prononcé au cinquième Congrès international d'hygiène à la Haye. 1884. Tome II.

[2] American public health association. Toronto, Canada, October 1886.

[3] *Ebenda.*

[4] *Ebenda.*

eine sehr hohe Morbiditätsziffer aufweisen. So haben Fabrikinspector Dr. Schuler und Dr. Burkhardt[1] in ihren Untersuchungen über die Gesundheitsverhältnisse der schweizerischen Fabrikbevölkerung nachgewiesen, dass im Verlaufe von vier Jahren unter 382 mit Lumpensortiren und Reissen beschäftigten Arbeitern 183 Erkrankungsfälle vorkamen, darunter Leiden der Verdauungsorgane 64, Athmungskrankheiten 37, ansteckende Krankheiten 6, Affectionen der Haut 15, welch' letztere, nach brieflicher Mittheilung von Hrn. Dr. Burkhardt, meistens in Panaritien bestanden. Die angeführten Digestionskrankheiten waren fast lauter chronische Magencatarrhe (infectiösen Ursprunges?) und Anginen. (Es handelt sich bei dieser Statistik um solche Arbeiter, welche die Krankencassen in Anspruch genommen hatten.)

Aus den verschiedenen, bei diesen Arbeitern und den Lumpensammlern auftretenden Krankheiten wurde mit der Zeit ein Symptomencomplex ausgeschieden, welcher seines fast ausschliesslich bei solcher Beschäftigung vorkommenden Auftretens wegen als Hadernkrankheit bezeichnet wurde. Eine ausführliche Beschreibung der klinischen und pathologisch-anatomischen Veränderungen derselben giebt Soyka.[2]

Frisch[3] fand in den Leichen an dieser Krankheit Verstorbener eine Bacterienart, die nach ihm grosse Aehnlichkeit mit Milzbrandbacillen hatte. Paltauf[4] und Eppinger[5] haben in dem Blute und in den Organen solcher Leichen den Milzbrandbacillus sowohl durch mikroskopische Untersuchung als durch Culturversuche nachgewiesen. Kranhals[6] hingegen spricht in den von ihm untersuchten Fällen den Bacillus des malignen Oedems als Krankheitserreger an. Bordoni-Uffreduzzi[7] aber fand bei Erkrankungen, die zwar nicht Lumpenarbeiter betrafen, aber nach ihm grosse Aehnlichkeit mit der Hadernkrankheit besassen, einen Mikroben, den er mit dem Namen Proteus hominis bezeichnete. Diese verschiedenen Befunde geben der Vermuthung Raum, dass besagtes

---

[1] Dr. F. Schuler und Dr. A. E. Burckhardt, *Untersuchungen über die Gesundheitsverhältnisse der Fabrikbevölkerung in der Schweiz mit besonderer Berücksichtigung des Krankencassenwesens.*

[2] Eulenburg's *Real-Encyklopädie.* Bd. VI. S. 156.

[3] *Wiener medicinische Wochenschrift.* 1878. Nr. 3, 4 u. 5.

[4] Zur Aetiologie der Hadernkrankheit. *Wiener klinische Wochenschrift.* 1888. Nr. 18—26.

[5] Pathologische Anatomie und Pathogenesis der sogenannten Hadernkrankheit. *Wiener medicinische Wochenschrift.* 1888. Nr. 37 u. 38.

[6] Zur Casuistik und Aetiologie der Hadernkrankheit. *Diese Zeitschrift.* Bd. II. S. 297.

[7] Ueber den Proteus hominis capsulatus und über eine neue durch ihn erzeugte Infectionskrankheit des Menschen. *Diese Zeitschrift.* Bd. III. S. 333.

Krankheitsbild von verschiedenen Infectionskeimen erzeugt werden könne, bemerkt ja doch schon Frisch[1] in seiner Arbeit, dass er nicht zu entscheiden wage, ob alle Fälle von Hadernkrankheit auf Infection durch Milzbrand beruhen. Auch Van de Velde[2] anerkennt keine specifische Hadernkrankheit.

Zur Herabminderung der Gefährlichkeit des Hadernmaterials wurden von verschiedenen Seiten sanitätspolizeiliche Maassregeln empfohlen. So schlägt Van de Velde vor, das Publikum vor dem Ankauf alter, undesinficirter Objecte zu warnen, den Verkauf alter Kleider von Seiten der Spitalverwaltungen zu verbieten und die Aufbewahrungsorte streng zu überwachen. Auch Richter[3] tadelt die Aufbewahrung von Hadern mitten in bevölkerten Orten und bezeichnet solche Magazine als Brutstätten ansteckender Krankheiten. Von strengen Maassregeln in dieser Beziehung hegt er grosse Erwartungen in Bezug auf die Verbesserung der sanitären Verhältnisse der Städte. Nach Dr. H. Franklin Parsons[4] existirt in England schon seit dem Jahre 1875 eine Gesetzesbestimmung, welche Jeden mit Strafe bedroht, der Betten, Kleidungsstücke, Lumpen oder andere Dinge, welche einer Infection durch gefährliche Krankheitsstoffe ausgesetzt waren, ohne vorhergegangene Desinfection verkauft oder verschickt. Auf dem sechsten Congress für Hygiene in Wien[5] wurde ebenfalls die Frage aufgeworfen, wie die Verbreitung von Infectionskrankheiten durch Hadern zu vermeiden sei, und es schlugen die Berichterstatter Desinfection von Wäsche und alten Kleidern vor, die durch Contagionsstoffe inficirt worden, und die Vernichtung von Hadern und Verbandstoffen aus Spitälern, ferner zu Epidemiezeiten ein Verbot des Exportes von Hadern aus inficirten Ländern und ein Importverbot aus solchen, welche sich dieser Maassregel nicht unterziehen wollten.

Die Ausführung aller dieser Vorschläge ist an den meisten Orten auf bedeutende Hindernisse gestossen. So existirt zur Zeit weder in Deutschland noch in der Schweiz eine Gesetzesbestimmung, welche eine solche Desinfection fordert. In Berlin allerdings verlangen viele industrielle Etablissements, wie z. B. die städtischen Gas- und Wasserwerke, von ihren Lieferanten, dass die zum Putzen verwendeten Lumpen (Putzlappen) vor-

[1] A. a. O.

[2] Du commerce, des dépôts et du travail des chiffons. *Annales de la société de médicine d'Anvers.* Juillet et août. p. 299.

[3] *Aerztliches Vereinsblatt für Deutschland.* Bd. II. Nr. 46. S. 26.

[4] Franklin Parsons' *Practitioner.* Juni 1882. t. XXVIII. p. 486. Section 126 of the Public Health Act 1875.

[5] Schmidt's *Jahrbücher.* Bd. CCXX. S. 180.

her in der städtischen Desinfectionsanstalt desinficirt worden sind. In neuerer Zeit wird wohl mit Recht als einziges wirksames und praktisches Desinfectionsmittel der heisse Wasserdampf empfohlen.

Es schien mir nun von hohem Interesse zu sein, die im Handel vorkommenden Lumpen auf die Anwesenheit pathogener Bacterien näher zu prüfen. Da schon Kranhals[1] bei seinen Versuchen mit Hadernstaub aus einer Fabrik, in welcher Fälle von Hadernkrankheit vorgekommen waren positive Resultate zu verzeichnen hatte, glaubte ich um so mehr Aussicht auf Erfolg zu haben. Ich entschloss mich daher, nachfolgende Untersuchungen, die ich auf Anregung des Hrn. Geheimrath Koch im hygienischen Institut zu Berlin begann, vorzunehmen, und veröffentliche ich hiermit die Resultate derselben. Allerdings kann ich vorliegende Arbeit nicht als abgeschlossen betrachten, da das Studium dieser wichtigen Frage die Untersuchung einer sehr grossen Menge Materials erheischt. Ich behalte mir daher die Veröffentlichung der Resultate weiterer, noch nicht vollendeter Versuche auf später vor.

Vorerst suchte ich aus verschiedenen Lumpenhandlungen Berlins Material zu bekommen und verfuhr bei meinen Untersuchungen auf folgende Weise:

Ich bestimmte durch Zählung die approximative Keimzahl der Hadern, um einen Begriff über die Verunreinigung derselben zu erhalten. Zu dem Zwecke zerschnitt ich sie auf einer sterilisirten Glasplatte in möglichst kleine Stückchen und brachte jeweilen 1 ^{grm} dieses Materials in ein Erlenmeyer-Kölbchen mit einer bestimmten Quantität sterilisirter Bouillon, schüttelte das Ganze energisch durch einander und stellte das Gefäss auf einige Stunden in den Eisschrank. So hoffte ich, ein möglichst gründliches Auswaschen der in den Lumpen enthaltenen Keime zu erzielen, ohne eine Vermehrung und eine gegenseitige Schädigung derselben zu riskiren. Zum Zwecke der Zählung brachte ich dann mit sterilisirter, graduirter Pipette je $^1/_2$ und 1 ^{ccm} der nochmals gut geschüttelten Flüssigkeit in verflüssigte Gelatine, welche ich so lange als noch eine Vermehrung zu constatiren war, der Zählung unterwarf. — Die Thierversuche wurden so angestellt, dass von derselben Aufschwemmung ein gewisses Quantum vermittelst sterilisirter Koch'scher Spritze theils in das Abdomen, theils subcutan eingespritzt wurde, nachdem die Haut möglichst gründlich mit Sublimat desinficirt und letzteres wieder mit sterilisirtem Wasser abgewaschen war.

---

[1] Siehe oben.

I. Watte und Hadern aus einem Kellermagazin der Kl . . . strasse.

1 grm in 75 ccm Bouillon aufgeschwemmt. 3 Stunden im Eisschrank.

Zählung: Watte. Schalen schon am dritten Tage verschimmelt; weitere Zählung daher unmöglich. Hadern 202,000 Keime per Gramm.

Thierversuche: Von Watte und Hadernaufschwemmung je drei Meerschweinchen 5, 7 und 9 Theilstriche einer mittelgrossen Koch'schen Spritze ($2^1/_2$ ccm enthaltend) in das Abdomen injicirt.

Fünf Thiere zeigten gar keine Krankheitserscheinungen, das sechste erholte sich ebenfalls wieder, nachdem es am ersten Tage nicht gefressen hatte.

II. Hadern aus einem Engrosgeschäft in der Rh... strasse.

1 grm Lumpen in 50 ccm Bouillon.

Zählung ergiebt 70,400 Keime pro Gramm.

Thierversuche, auf obige Weise an drei Meerschweinchen angestellt, erfolglos.

III. Lumpen aus demselben Engrosgeschäft, jedoch aus anderen Ballen.

Vier Meerschweinchen $2^1/_2$ ccm in das Abdomen injicirt. — Thiere bleiben gesund.

IV. Lumpen aus einem zweiten Kellermagazin der Kl... strasse.

1 grm auf 50 ccm Bouillon.

Zählung ergiebt ca. 6000 Keime pro Gramm.

Thierversuche: vier Meerschweinchen 5 und 10 Theilstriche in die Abdominalhöhle eingespritzt.

Von diesen Thieren starb nur eines und zwar erst 11 Wochen nach der Einspritzung. Die Section ergab: Leber stark vergrössert; Milz wenig verändert; Pleura rechts einige kleine, weisse Knötchen, ausserdem starke Verwachsungen; Lungen viele kleine, rechts ein grösserer Abscess, dessen vordere Wandung dem Sternum und den Rippen adhärirt. In diesen Abscessen kleine, fast kokkenähnliche Kurzstäbchen, daneben wenig grössere Verbände solcher Bacillen. Dieselben erwiesen sich als nicht beweglich und färbten sich leicht mit den wässerigen Anilinfarben.

Rollröhrchen aus Blut keine Mikroorganismen, aus Milz und Leber ebenso, aus Lungenabscessinhalt viele, nicht verflüssigende, gezackte Colonieen mit unregelmässigen Ausläufern, weisslich-gelber Farbe und ziemlich glänzender Oberfläche. Die mikroskopische Structur der Colonie ohne typische Eigenschaften.

In den mikroskopischen Präparaten fanden sich kleine Kurzstäbchen mit abgerundeten Enden, meist zu zweien oder dreien angeordnet.

Die übrigen drei Meerschweinchen wurden getödtet. Die Section derselben ergab keine Veränderungen von Belang. Auch waren durch Rollröhrchenculturen und Deckglaspräparate keine Mikroorganismen nachzuweisen. Die aus dem Lungenabscess gezüchteten Bacillen hatten bei einigen, an Meerschweinchen angestellten Versuchen, nach Einbringung in die Abdominalhöhle Peritonitis und nach höchstens zwei Tagen den Tod des Thieres zur Folge. Nach subcutaner Impfung am Ohr starb von zwei Meerschweinchen

nur das eine und zwar nach sieben Tagen. Die Section ergab ausser einigen Knötchen im Netz nichts Besonderes. (Milz klein.) Die Bacillen waren nur im Blute nachzuweisen.

V. Hadern aus einem Magazin der S... strasse.

1 ^{grm} auf 50 ^{ccm} Bouillon.

Die Zählung ergab verhältnissmässig sehr wenig, nur etwa 1000 Keime per Gramm.

Thierversuche: Sechs Meerschweinchen eine ganze Koch'sche Spritze ($2^1/_2$ ^{ccm}) dieser Flüssigkeit in das Abdomen eingespritzt.

Alle Thiere blieben gesund.

Von den 23 Meerschweinchen, an welchen obige Versuche angestellt wurden, starb also nur eins, drei Thiere, welchen Material derselben Provenienz eingespritzt worden war, blieben vollständig gesund, und es erfolgte der Tod dieses einen Thieres erst nach 11 Wochen. Somit kann nicht nachgewiesen werden, dass der in demselben aufgefundene Mikroorganismus aus den betreffenden Lumpen stamme.

Aus rein äusseren Gründen war es mir vor der Hand nicht möglich, die geplanten weiteren Untersuchungen von Hadern aus Berliner Magazinen auszuführen.

Zu den nun folgenden Versuchen verwendete ich Material aus der Umgegend von Zürich.

Wenn auch zugegeben werden muss, dass die obigen Resultate bei der geringen Menge der untersuchten Hadern keineswegs Schlüsse auf geringere Schädlichkeit solch' lange gelagerten Materials erlaubten, so dachte ich doch an die Möglichkeit, in weniger altem Material eher noch keimfähige pathogene Mikroorganismen zu finden. Ich bezog deshalb für diesmal meine Hadern, anstatt aus Magazinen, direct vom Lumpensammler. Ferner liess ich bei diesen Untersuchungen insofern eine Aenderung eintreten, als ich, anstatt 1 ^{grm} Lumpen in 50 ^{ccm} Wasser 3 ^{grm} in 80 aufschwemmte, also beinahe das doppelte Quantum in derselben Flüssigkeitsmenge. Das Gemisch liess ich anstatt wie bei den früheren Versuchen einige Stunden auf Eis, nach starkem Schütteln eine Viertelstunde bei gewöhnlicher Temperatur stehen und schüttelte abermals tüchtig durch, bevor ich die Plattenculturen anlegte und die Einspritzungen vornahm. Die Zählung ergab am fünften Tage 691,200 Keime pro Gramm, am sechsten Tage Verflüssigung. Das eingespritzte Quantum betrug jeweilen $2^1/_2$ ^{ccm}.

Gleichviel ob durch dieses veränderte Vorgehen meine Versuchsresultate wirklich beeinflusst wurden, oder ob ich es dem reinen Zufall zu danken hatte, fielen dieselben weit positiver aus als diejenigen, welche ich bei den Untersuchungen des früheren Materials erzielte. Als Versuchsthiere dienten mir 10 Kaninchen und 10 Meerschweinchen.

Kaninchen 1, am Morgen des folgenden Tages (20 Stunden nach der Einspritzung) todt im Käfig gefunden.

Section am selbigen Tage.

Befund: Lungen normal; Pleura etwas hyperämisch; Herzbeutel sehr wenig klare Flüssigkeit; Peritoneum etwas hyperämisch; Darmgefässe injicirt; Dünndarm mit flüssigem Inhalt gefüllt; Leber und Milz von dunkler Farbe.

Rollröhrchen: Blut sehr viele ausnahmslos nicht verflüssigende Colonieen, zum Theil dünn, bläulich, mit stark ausgezacktem Rande, ferner kleinere, bläulich weisse, weniger ausgebuchtete und viel weniger ausgebreitete Colonieen von grösserem Höhendurchmesser; Peritoneum viele Colonieen von obiger Beschaffenheit, daneben wenige verflüssigende; Milz sehr viele nicht verflüssigende, meistentheils stark ausgebreitete und ausgebuchtete Colonieen, nur wenige ebenfalls nicht verflüssigende mit viel geringerem Oberflächenwachsthum; Leber viele Colonieen, fast alle flächenartig ausgebreitet, keine verflüssigende.

Der Einfachheit wegen werde ich von nun an die oben beschriebenen dünnen, bläulichen, flachen, stark ausgezackten Colonieen mit sehr ausgedehntem Oberflächenwachsthum mit I, die anderen nicht verflüssigenden, kleineren, bläulich-weissen, weniger ausgebuchteten Colonieen mit grösserem Höhendurchmesser und viel geringerem Oberflächenwachsthum dagegen mit II bezeichnen.

Kaninchen 2, am Morgen des Tages nach der Einspritzung todt im Käfig gefunden.

Sectionsbefund wie bei Kaninchen 1.

Rollröhrchen von Blut, Milz, Leber viele Colonieen I und II, keine verflüssigende.

Kaninchen 3, am nächsten Morgen nach der Einspritzung todt im Käfig gefunden.

Sectionsbefund: Pleura und Lungen normal; Peritoneum normal; Gefässe des Dünndarms stark injicirt, Inhalt desselben flüssig; Leber blutreich; Milz etwas vergrössert, bläuliche Farbe, blutreich, brüchig.

Rollröhrchen: Blut, Milz, Leber viele Colonieen I, keine verflüssigende.

Kaninchen 4, todt 30 Stunden nach der Einspritzung.

Sectionsbefund: Pleura normal; Lungen normal; Herzbeutel klare Flüssigkeit; Peritonealhöhle wenig klares Serum; Peritoneum schwach hyperämisch; Darmgefässe ziemlich stark injicirt; Darminhalt (auch des Colon transversum) flüssig; Darmschleimhaut etwas getrübt; Milz wenig vergrössert; Leber und andere Organe normal.

Rollröhrchen: Blut, Peritoneum, Milz, Leber viele Colonieen I und II, letztere besonders in der Milz.

Kaninchen 5, todt nach 8 Tagen.

Schon am dritten Tage zeigte sich an der Injectionsstelle eine ziemlich grosse Geschwulst. Die Fresslust des Thieres verminderte sich erst am 7. Tage, sonst war intra vitam nichts Abnormes zu constatiren.

Sectionsbefund: An der Injectionsstelle unter der Bauchfascie Abscess von zwei Querfinger Länge und einem Querfinger Breite; Pleura normal; Lungen rechts unten einige kleine Knötchen, sonst normal; Peritoneum normal, kein

Exsudat; Leber sehr blutreich, einzelne dunkle Stellen (Blutungen?), einige weisse, nicht prominente Knoten, welche sich bei mikroskopischer Untersuchung als Psorospermienknoten herausstellten; Milz bedeutende Vergrösserung ($9 \cdot 5^{cm}$ L. auf $2 \cdot 5^{cm}$ B.), grosse Zahl zu grösseren, wenig prominirenden Conglomeraten zusammenfliessender Knötchen von mittelweicher Consistenz, auf deren Schnittfläche sich käsige Massen entleeren; linke Niere normal, rechte einige kleinere Knötchen (in Milz und Niere keine Psorospermien).

Rollröhrchen: Abscess viele verflüssigende, wenig nicht verflüssigende Colonieen; Blut keine Colonieen; Milz viele Colonieen I und II, einige verflüssigende; Darm nur vereinzelte verflüssigende Colonieen, viele nicht verflüssigende (I?).

Kaninchen 6, getödtet nach 16 Tagen.

Intra vitam ausser einer weichen Geschwulst unter der Haut der Injectionsstelle nichts Abnormes.

Sectionsbefund: An der Injectionsstelle zwischen Bauchhaut und Fascie und unter letzterer grosser Abscess von ca. 3^{cm} Länge und 2^{cm} Breite mit käsigem Eiter; Brustorgane normal; Peritoneum, Nieren, Leber und Darm ebenfalls; Milz sehr deutliche Malpighi'sche Körperchen; Pankreas aselli vergrössert.

Rollröhrchen: Blut, Milz, Leber keine Colonieen; Abscess, auch zweite Verdünnung, frühe Verflüssigung.

Kaninchen 7, todt nach fünf Wochen.

Intra vitam nichts Abnormes ausser einer kleinen, mässig weichen Geschwulst an der Injectionsstelle.

Sectionsbefund: Kleiner Abscess unter der Haut an der Einstichstelle mit verkästem Inhalt; Pleura normal, kein Exsudat; rechte Lunge normal; linke Lunge oberer Lappen kleine Blutung, sonst normal; Peritoneum normal; Leber sehr blutreich, ziemlich gross; Milz auf der Oberfläche keine Anomalien. Malpighi'sche Körperchen zahlreich und vergrössert; Darm Coecum in der Nähe des Dünndarmeintrittes einige geschwellte Follikel, Inhalt des Duodenums grösstentheils flüssig; Mesenterialdrüsen stark geschwellt.

Rollröhrchen: Abscess nur in Röhrchen *o* einige wenige nicht verflüssigende Colonieen II; Blut nur in Röhrchen *o* einige Colonieen II; Milz viele Colonieen I und II; Leber in *o* einige Colonieen II; Darm viele nicht verflüssigende Colonieen (I?).

Kaninchen 8, getödtet nach 7 Wochen.

Sectionsbefund: Alle Organe normal; kein Abscess.

Rollröhrchen: Keine Colonieen.

Kaninchen 9, getödtet nach 11 Wochen.

Sectionsbefund: Brustorgane normal; Milz nicht vergrössert, zwei kleine Narben; Leber Psorospermienknoten; alle übrigen Organe normal.

Rollröhrchen: Keine Colonieen.

Kaninchen 10, getödtet nach 11 Wochen.

Sectionsbefund: Lungen rechter Mittellappen sehr blutreich, sonst normal; Milz sehr dunkel, rundlich, verlängert; andere Organe normal.

Rollröhrchen: Blut, Milz und Leber keine Colonieen.

Meerschweinchen 1, todt nach 24 Stunden.

Sectionsbefund: Bauchdecken unter der Haut etwas Oedem; Peritoneum stark geröthet, trübe, dicker Belag, Peritonitis; Dünndarm und Colon ascendens flüssiger Inhalt; Milz nicht vergrössert; Leber und andere Organe normal.

Weil Section erst nach 2 × 24 Stunden vorgenommen werden konnte, wurden von den schon weichen Organen Leber und Milz keine Rollröhrchen angefertigt. Im Blute viele Colonieen I und II.

Meerschweinchen 2, todt nach 32 Stunden.

Fresslust schon am Morgen des ersten Tages nach der Einspritzung bedeutend herabgesetzt.

Sectionsbefund; Bauchdecken unter der Haut etwas Oedem; Gewebe an der Injectionsstelle normal; Brustorgane normal; in der Peritonealhöhle wenig trübe, seröse Flüssigkeit, starke Peritonitis; Dünndarmgefässe ziemlich stark injicirt, Inhalt flüssig; Dickdarm normal; Milz vergrössert, bläuliche Farbe.

Rollröhrchen: Blut viele Colonieen I und II; Peritoneum, auch in zweiter Verdünnung, wegen zu grosser Dichtigkeit nicht zu bestimmende, ausnahmslos nicht verflüssigende Colonieen; Leber viele Colonieen I, wenige II; Milz viele Colonieen.

Meerschweinchen 3, todt nach 24 Stunden.

Sectionsbefund: Peritoneum ziemlich stark geröthet, aber glänzend, kein Belag, ausser an der Injectionsstelle; Dünndarm flüssiger Inhalt; Milz und Leber, sowie übrige Organe normal.

Rollröhrchen: Blut ziemlich viele Colonieen I und II.

Meerschweinchen 4, todt nach 2 Tagen.

Intra vitam nichts Besonderes zu bemerken.

Sectionsbefund: Bauchdecken unter der Haut etwas Oedem; Injectionsstelle normal; Pleura costalis schwach hyperämisch; in der Pleurahöhle keine Flüssigkeit; Lungen normal; Herzbeutel wenig klare Flüssigkeit; Peritoneum etwas hyperämisch, glänzend, kein Belag; in der Peritonealhöhle sehr wenig klares Exsudat; Leber blutreich, dunkel; Milz vergrössert, bläuliche Farbe; Darm, ausser Colon descendens, dünnflüssiger Inhalt.

Rollröhrchen: Blut viele Colonieen I, wenig II; Peritoneum, auch zweite Verdünnung, viele nicht verflüssigende, wegen zu grosser Dichtigkeit nicht zu unterscheidende Colonieen; Darm viele verflüssigende, wenig nicht verflüssigende Colonieen; Milz wenig nicht verflüssigende Colonieen (keine verflüssigende); Leber viele Colonieen II, wenig I.

Meerschweinchen 5, getödtet nach 5 Wochen.

Einige Tage nach der Impfung zeigt sich eine kleine Geschwulst unter der Haut der Injectionsstelle, welche zusehends grösser wird, sonst intra vitam keine nennenswerthen Veränderungen.

Sectionsbefund: An der Einstichstelle unter der Haut ziemlich grosser, in der Nähe des Sternums kleinerer Abscess; Brustorgane normal; ebenso Leber, Peritoneum, Darm und übrige Organe; Milz etwas vergrössert, sonst normal.

Rollröhrchen: Abscessinhalt viele nicht verflüssigende Colonieen; Blut, Leber, Milz keine.

Meerschweinchen 6, getödtet nach 11 Wochen.

Section ergiebt nichts Abnormes, ebenso diejenige der am selben Tage getödteten. Meerschweinchen 7, 8, 9 und 10, welche auch während des Lebens keine Krankheitserscheinungen zeigten.

Die **Deckglaspräparate,** welche ich mir aus Peritonealbelag, Blut. Leber und Milz von Kaninchen 1 bis mit 7 und Meerschweinchen 1 bis mit 5 angefertigt hatte, zeigten in fast allen Fällen zwei Arten von Bacillen. Die einen waren kurze, kleine, gut gefärbte Stäbchen mit abgerundeten Enden, meist zu zweien, oft zu dreien, selten aber zu vieren oder mehr angeordnet. Die anderen zeigten etwas grössere Länge und Dicke, hatten ebenfalls abgerundete Enden und nahmen die Farbstoffe weniger leicht auf. Die Pole waren meist stärker gefärbt als die Mitte. Auch diese Bacillen waren oft zu mehreren aneinander gereiht.

Bei Kaninchen 6 waren in Blut, Leber und Milz keine Bacterien nachzuweisen, im Abscessinhalt nur wenige dünnere, längere Bacillen. welch' letztere sich neben den anderen auch in Abscessinhalt und Milz von Kaninchen 5, sowie im Peritonealbelag von Kaninchen 1 vorfanden.

Die Deckglaspräparate von Meerschweinchen 1 bis und mit 4 enthielten dieselben beiden Arten von Kurzstäbchen in grösserer Anzahl.

Die **Schnittpräparate** ergaben folgenden Befund: In den Lungen stark gefüllte Capillaren, Blutaustritt in die Alveolen, zum Theil auch in die Septa, diese oft reich an Leukocyten; Oedem, Leber, ausser Hyperämie. nichts Abnormes, nur bei Kaninchen 5 rundzellige Infiltration. Milz starke Hyperämie, oft grosser Follikelreichthum, blutkörperchenhaltige Zellen. Bei den zwei erst nach längerer Zeit (8 Tage und 5 Wochen) gestorbenen Thieren mehr oder weniger hochgradige Nekrotisirung des Gewebes. In allen diesen Organen sowohl als im Blut fanden sich Bacillen verschiedener Grösse, alle mit abgerundeten Enden, zum Theil solche, die sich nur an den Polen gut gefärbt hatten. In der Milz der oben erwähnten Thiere waren zahlreiche Bacterienhaufen zu constatiren.

Von den verschiedenen Colonieen der Rollröhrchen hatte ich mir zum Zwecke der genauen Differenzirung Culturen auf verschiedenen Nährböden angelegt. Ausser den schon kurz beschriebenen Bacillen I und II konnte ich keine nicht verflüssigenden Bacterienarten nachweisen.

Ich will es nun versuchen, die drei gefundenen Mikroorganismen kurz zu charakterisiren.

Bacillus I.

Plattenculturen.

Schon nach 24 Stunden liessen sich in der Gelatine kleine Pünktchen wahrnehmen. Dieselben zeigten auch am nächsten Tage bei mikroskopischer

Untersuchung keine besonderen Eigenschaften. Doch schon am dritten Tage war eine ausgesprochene Neigung zum Oberflächenwachsthum zu constatiren. Viele der kleinen, runden, seltner ovalen Colonieen zeigten schon makroskopisch einen unregelmässig ausgebuchteten, hellen, bläulichen Saum; mikroskopisch liess sich in demselben deutlich eine ausgedehnte, unregelmässige Furchung erkennen. Die vollständig ausgebildete Colonie (ca. 4 bis 6 Tage nach der Aussaat) war trocken, von weisser Farbe, ziemlich undurchsichtig und hatte gewöhnlich in der Mitte ein kleines, weisses Pünktchen, der ursprünglichen, nicht ausgebreiteten Colonie entsprechend. Dann folgte eine hellere, etwas vertiefte und hierauf eine dichtere, undurchsichtigere Zone mit oft etwas hellerem, stets ausgebuchtetem Rande. Bei mikroskopischer Untersuchung zeigt sich, dem makroskopischen Befunde entsprechend, in der Mitte ein kleiner, oft hyaliner, oft fein gekörnter Kreis mit hellbraunem Hofe. In letzterem sind oft noch durch die oben angeführte Furchung bedingte, unregelmässig sich kreuzende Linien wahrzunehmen. Hierauf folgt, nicht scharf abgegrenzt, eine dunkelbraune Zone, welche, je nach der Dichtigkeit, hier und da noch oben beschriebenes Liniennetz aufweist. Dieses letztere wird stets gegen den Rand hin wieder deutlicher, und es erscheint dieser in vielen Fällen stark zerklüftet.

Die oft makroskopisch, hier und da auch mikroskopisch sichtbare concentrische Zeichnung lässt sich nicht immer deutlich nachweisen, wohl aber eine starke Trübung der Gelatine, welche oft die allernächste Umgebung der Colonieen freilässt.

Gelatine-Stichculturen.

Dieselben zeigen gelblich-weisse Farbe, schnelles Wachsthum, ausgezähnten Rand, auf der Oberfläche stark anisodiametrische Ausbreitung und bei auffallendem Lichte bläulich-weisse Farbe.

Gelatine-Strichculturen.

Schnelle Ausbreitung, bei auffallendem Lichte weisse Farbe mit schwachen Interferenzerscheinungen, trockene, matte Oberfläche mit linienförmiger Längs- und welliger Querzeichnung.

Agar-Strichculturen.

Von ähnlichem Aussehen.

Bouillonculturen.

Schon nach 12 Stunden im Brütschrank deutliche Trübungen, keine charakteristischen Eigenschaften.

Kartoffelculturen.

Erst gelber, später hellbrauner Belag.

Die von obigen Culturen angefertigten mikroskopischen Präparate ergaben übereinstimmend in Form und Grösse wenig verschiedene, an den Enden abgerundete Kurzstäbchen von 0·5 bis 0·8 μ Breite und zwei- hier und da bis vierfacher Länge. Auch in Bouillonculturen war nur selten Bildung kurzer Fäden wahrnehmbar. Die Bacillen färben sich ziemlich gut mit allen unseren gewöhnlichen Anilinfarben; Gramm'sche Färbung dagegen nehmen

sie nicht an, d. h sie entfärben sich bei der Nachbehandlung mit Alkohol. Deutliche Eigenbewegung konnte ich nie constatiren, ebensowenig Sporenbildung. Bei Sauerstoffabschluss findet ein etwas abgeschwächtes Wachsthum statt.

Nach obigem Befund lässt sich eine gewisse Aehnlichkeit dieses Mikroorganismus mit dem Brieger'schen Darmbacillus nicht verkennen. Ich legte daher auch von diesem letzteren die verschiedensten Culturen an, fand aber auf meinen Platten den einen in die Augen springenden Unterschied, dass der Brieger'sche Bacillus sich stets in bedeutend dünneren Schichten auf der Gelatine ausbreitete. Auch auf Platten aus normalem Darminhalt, die ich zu wiederholten Malen gegossen hatte, konnte ich keine, dem Bacillus I vollständig gleichende Mikroorganismen finden.

Bacillus II.

Plattenculturen.

Am ersten Tage nach der Aussaat kein merklicher Unterschied von dem Befund bei Bacillus I. Am dritten Tage kleine, tröpfchenartige, ziemlich stark glänzende, bläulich-weisse Gebilde, an deren Peripherie zum Theil eine Oberflächenausbreitung beginnt.

Mikroskopisch lässt sich in diesem Stadium in der Mitte ein grauer Kreis wahrnehmen, oder aber an dessen Stelle ein Liniennetz, ähnlich demjenigen bei Bacillus I. Dann folgt, nicht scharf abgegrenzt, eine fein gekörnte Zone, die in den glashellen, deutlich jene netzförmige Zeichnung zeigenden, gewöhnlich nur wenig ausgebuchteten Rand übergeht. Diese Zeichnung ist meistens schon am nächsten Tage nicht mehr wahrnehmbar. und es hat die Colonie dann ein hyalines, gelb-grünliches Aussehen. Makroskopisch erscheint dieselbe ebenfalls hyalin bis zum schwach ausgebuchteten Rande, ist bei auffallendem Lichte bläulich, glänzend und zeigt einen ziemlich beträchtlichen Höhendurchmesser. Der Oberflächendurchmesser beträgt gewöhnlich weniger, selten mehr als $^1/_2$ cm. Selbst ältere Colonieen behalten meistens einen ziemlich hohen Grad von Durchsichtigkeit.

Gelatine-Stichculturen.

Zeigen kein charakteristisches Aussehen, gelblich-weisse Farbe, etwas langsameres Wachsthum als Bacillus I, ebenfalls gezähnte Peripherie, keine Knöpfchenbildung am Ende, mehr feuchtes Oberflächenwachsthum.

Gelatine-Strichculturen.

Gewöhnlich feucht, glänzend, seltener mehr trockenes Aussehen darbietend.

Agar-Strichculturen.

Sowohl im Brütschrank als bei Zimmertemperatur feucht glänzende Oberfläche.

Bouillonculturen.

Ohne Besonderheiten.

Kartoffelculturen.

Erst farbloser, dann grauer Ueberzug.

Bei mikroskopischer Untersuchung zeigt Bacillus II folgende Eigenschaften. Breite 0·6 bis 1 μ, Länge das Doppelte bis Vierfache, Enden abgerundet. In Bouillonculturen keine oder nur geringe Fadenbildung. Er nimmt die Anilinfarbstoffe etwas schwerer auf als Bacillus I und färbt sich oft an den Polen intensiver als in der Mitte. Bei der Färbung nach Gramm verliert er den Farbstoff im Alkohol. Eigenbewegung ist nicht zu constatiren, ebensowenig Sporenbildung. Bei Sauerstoffabschluss tritt eine Verlangsamung des Wachsthums ein.

Es ist in hohem Grade auffallend, dass sowohl Bacillus I als Bacillus II weder auf Kartoffel-, noch auf Agar- noch in Bouillonculturen Sporenbildung zeigten, da eine Existenz von Dauerformen dieser Mikroorganismen schon deshalb anzunehmen war, weil dieselben aus absolut trockenem Hadernmateriale stammten. Ich hoffe, dass es mir doch noch gelingen werde, dieselben durch weitere Züchtungsversuche nachzuweisen.

Eine Identificirung dieses Mikroorganismus mit einem anderen ist mir nicht gelungen. Von Bacillus I unterscheidet er sich nach Obigem durch die Plattencultur und das meist feucht glänzende Aussehen der Strichculturen, ebenso durch die Kartoffelcultur, vielleicht auch durch einen etwas bedeutenderen Dickendurchmesser.

Verflüssigender Bacillus.

(Aus Abscessinhalt von Kaninchen 5 und 6, Milz von Kaninchen 5 und Mesenterialbelag von Kaninchen 1.)

Dieser zeigte bei den oft wiederholten Versuchen der Differenzirung eine grosse Aehnlichkeit mit dem Hauser'schen Proteus, den ich stets zu gleicher Zeit und unter gleichen Verhältnissen cultivirte. Sowohl das Wachsthum auf der Platte mit den charakteristischen Figuren, als die Grösse stimmten vollständig überein. Der einzige Unterschied, den ich constatiren konnte, ist eine geringere Tendenz zur Fadenbildung. Ich glaube dessenungeachtet diesen Mikroorganismus in die Gattung Proteus einreihen zu müssen.

Fassen wir das Resultat dieser Versuche zusammen, so sehen wir, dass von 10 Kaninchen 6 starben, und zwar 4 innerhalb zwei Tagen nach der Injection, eines 8 Tage und ein weiteres 5 Wochen nach derselben. Die vier übrigen Kaninchen wurden getödtet, zeigten jedoch bei der Untersuchung keine wesentlichen Veränderungen. Nur bei einem dieser Thiere hatte sich an der Einstichstelle ein Abscess gebildet.

Von 10 Meerschweinchen starben 4, zwei innerhalb der ersten 24 Stunden, ein weiteres nach 32 Stunden und das vierte nach zwei Tagen. Das fünfte Meerschweinchen wurde nach fünf Wochen getödtet und zeigte ausser einem Abscess an der Einstichstelle nichts Abnormes. Die übrigen erkrankten nicht.

Bei allen diesen Versuchsthieren war intra vitam ausser verminderter Fresslust und der erwähnten Abscessbildung nichts Charakteristisches zu bemerken, insbesondere keine Diarrhöen.

Sowohl bei den zu Grunde gegangenen Kaninchen als Meerschweinchen wurden durch Rollröhrchenculturen in den Organen fast regelmässig die Gelatine nicht verflüssigende Bacterien von verschiedener Grösse nachgewiesen, in zwei Fällen auch im Abscessinhalte und zwar einmal noch fünf Wochen nach der Injection. (Eine Eröffnung des Abscesses hatte nicht stattgefunden.) Verflüssigende Bacterien fand ich bei drei Thieren. und zwar bei zweien im Abscessinhalt, bei etnem von diesen auch in der Milz und bei einem dritten im Peritonealbelag.

Die in den Organen constatirten Veränderungen waren: Blutungen in den Lungen; bei zwei Meerschweinchen Peritonitis; grosser Blutreichthum der Leber; Vergrösserung der Milz und in zwei Fällen in diesem Organe Nekrotisirung des Gewebes und haufenartige Anordnung der früher beschriebenen Bacterien, welche sonst in allen Organen zerstreut liegend zu finden sind.

Nach Reinzüchtung und oft wiederholter Ueberimpfung der drei aus diesen Versuchsthieren isolirten Bacterienarten stellte ich mit denselben weitere Infectionsversuche an Kaninchen und Meerschweinchen an.

Da der Bacillus I, wie früher nachgewiesen, nur mit Schwierigkeit von ähnlichen Mikroorganismen unterschieden werden kann, dachte ich doch an die Möglichkeit, dass die aus verschiedenen Rollröhrchen stammenden Reinculturen am Ende doch nicht das gleiche Impfmaterial enthielten und verwendete deshalb bei den mit diesem Bacillus angestellten Versuchen von verschiedenen Thieren stammende Culturen.

Es wurden jeweilen 2 bis 3 Oesen einer Kartoffel- oder Agarcultur. in Bouillon fein zertheilt, in die Abdominalhöhle oder unter die Bauchhaut eingespritzt, und zwar von Bacillus I und II und dem verflüssigenden Bacillus. Die Bauchhaut wurde vor der Injection gründlich desinficirt. Die Menge der eingespritzten Flüssigkeit betrug 2·5 ccm.

I. Versuche mit Bacillus I.

(Impfmaterial: Kartoffelculturen.)

A. Injection in die Bauchhöhle.

(4 Kaninchen und 4 Meerschweinchen.)

Kaninchen 1, am Morgen des folgenden Tages (22 Stunden nach der Einspritzung) todt im Käfig gefunden.

Sectionsbefund: Bauchdecken serös durchtränkt, auf die Schnittfläche ergiesst sich blutig tingirte Flüssigkeit; in der Pleurahöhle blutig tingirtes

Serum; Herzbeutel und Herz normal: Blut sehr dunkel; Lungen sehr blutreich, an einigen Stellen Blutungen; Peritoneum einige hyperämische Stellen; in der Peritonealhöhle blutig tingirtes Serum, das keine rothen Blutkörperchen enthält; Leber stark vergrössert, blutreich, mit vielen kleinen, etwas prominenten Knoten (mikroskopische Untersuchung: Psorospermien); Milz dunkelblau, lang, Oberfläche glatt, kleine weisse Pünktchen durchschimmernd (Malpighi'sche Körperchen).

Rollröhrchen: Blut, Leber, Milz sehr viele nicht verflüssigende, bläuliche, dünne Colonieen.

Kaninchen 2, am Morgen des folgenden Tages todt im Käfig gefunden.

Sectionsbefund: Starke, seröse Durchtränkung der Bauchwand; Pleura nicht geröthet, kein Exsudat; Lungen kleine Blutungen; Peritoneum normal; in der Peritonealhöhle wenig blutig tingirte Flüssigkeit ohne rothe Blutkörperchen: Leber dunkelroth, fast schwarz, etwas vergrössert; Milz stark vergrössert (Blutegelform) dunkelblauroth, fast schwarz, Schnittfläche ebenso, keine Knötchen; Nieren hyperämisch, besonders in der Rinde.

Rollröhrchen: Blut, Milz, Leber viele Colonieen.

Kaninchen 3, am Morgen des folgenden Tages todt im Käfig gefunden.

Sectionsbefund: Bauchdecken über der Symphyse schwach ödematös; Pleurahöhle wenig blutig tingirtes Serum; Pleura costalis und Rippenmusculatur ödematös; Lungen an einigen Stellen Blutungen; Herzbeutel blutig tingirtes Serum (keine rothen Blutkörperchen); Peritoneum normal; in der Peritonealhöhle wenig blutig tingirte, schwach trübe Flüssigkeit; Milz bedeutend vergrössert, von sehr dunkler Farbe; Leber wenig vergrössert, dunkel; Darm, Dünndarm nicht geröthet, flüssiger Inhalt; Mesenterialdrüsen etwas geschwellt; Nieren hyperämisch.

Rollröhrchen: Blut, Leber, Milz grosse Menge von Colonieen.

Kaninchen 4, am Morgen des folgenden Tages todt im Käfig gefunden.

Sectionsbefund: Bauchdecken normal; Lungen sehr bluthaltig, kleine, dunklere Stellen (Blutungen?); Herz stark mit Blut gefüllt; Peritoneum normal; Peritonealhöhle blutig tingirtes, schwach trübes Serum (keine rothen Blutkörperchen); Milz sehr stark vergrössert; Leber vergrössert, ziemlich blutreich; Darm im Coecum viele kleine Ecchimosen, weniger solche im Dünndarm.

Rollröhrchen: Blut, Leber und Milz grosse Menge Colonieen.

Meerschweinchen 1, am Morgen des folgenden Tages todt im Käfig gefunden.

Sectionsbefund: Starkes Oedem der Bauchdecken, besonders in der Nähe der Symphyse; Pleura normal, kein Exsudat; Lungen normal; Peritoneum ebenso; in der Peritonealhöhle blutig tingirtes Serum; Milz stark vergrössert, blutreich, sehr dunkel; übrige Organe normal.

Rollröhrchen: Blut, Leber, Milz sehr viele Colonieen.

Meerschweinchen 2, am Morgen des folgenden Tages todt im Käfig gefunden.

Sectionsbefund: Lungen einige dunkelrothe Stellen (Blutungen); Peritoneum an einigen wenigen Stellen fibrinöser Belag; in der Peritonealhöhle wenig roth tingirte Flüssigkeit, keine rothen, nur ganz wenige, weisse Blut-

körperchen; Milz ziemlich stark vergrössert, dunkelblauroth; Leber normal; Nieren sehr blutreich; Darm, besonders Dünndarm kleine Ecchimosen; Blase stark ausgedehnte Gefässe, leer.

Wegen später Section keine Rollröhrchen.

Meerschweinchen 3, am Morgen des zweiten Tages nach der Injection todt im Käfig gefunden.

Sectionsbefund: Bauchdecken ödematös; Peritonealhöhle sehr wenig röthliches Serum; Milz vergrössert, blauroth; Leber normal; Darmgefässe stark injicirt; Dünndarm flüssiger Inhalt, keine Blutungen; übrige Organe normal.

Rollröhrchen: Viele Colonieen.

Meerschweinchen 4, am Morgen des zweiten Tages nach der Injection todt im Käfig gefunden.

Sectionsbefund: Bauchdecken in der Gegend der Symphyse ödematös; Pleura normal, kein Exsudat; linke Lunge an einigen Stellen Hyperämie, rechte Lunge deutlich erweiterte Gefässe, Peritoneum etwas geröthet, wenig peritonitische Auflagerungen; in der Peritonealhöhle schwach trübes, etwas blutig tingirtes Exsudat; Milz sehr stark verbreitert, von sehr dunkler Farbe; Leber an einigen Stellen verzweigte, gelblichweisse Flecken (ectatische Gallengänge), Lebergewebe etwas brüchig; Darm, Gefässe stark injicirt, Inhalt normal; Plaques etwas geschwellt, röthlich; Nieren Rinde dunkel, bläulich, sonst normal.

Rollröhrchen: Blut, Leber, Milz unzählige Colonieen.

B. Subcutane Injection.

(2 Kaninchen und 2 Meerschweinchen.)

Kaninchen 1, todt nach vier Tagen.

Sectionsbefund: An der Injectionsstelle starke Erweiterung der Gefässe in grossem Umkreis; Oedem der Bauchhaut, zwischen dieser und der Bauchfascie starke Adhäsion; Pleura normal, kein Exsudat; Lungen kleine dunkelrothe Stellen (Blutungen?); Peritoneum normal; Milz sehr dunkel, wenig vergrössert; Leber ditto; Nieren an der Grenze zwischen Rinden- und Marksubstanz stark erweiterte Gefässe; Coecum gesprenkelt (Lymphfollikel); übrige Organe normal.

Rollröhrchen: Blut, Leber, Milz sehr viele Colonieen.

Kaninchen 2, todt nach vier Wochen.

Intra vitam zeigte sich an der Injectionsstelle ein grosser Abscess, der sich spontan eröffnete und einen ausgedehnten Substanzverlust zurückliess.

Sectionsbefund: An der Injectionsstelle etwa 5-frankenstückgrosser Substanzverlust der Bauchhaut; Lunge am rechten Mittellappen circumscripte Blutung; Leber blutreich, Psorospermienknoten; Milz lang, von dunkler Farbe Nieren, Darm und übrige Organe normal.

Rollröhrchen: Blut, Leber, Milz keine Mikroorganismen.

Meerschweinchen 1, todt nach drei Tagen.

Sectionsbefund: Unter der Bauchhaut stark erweiterte Gefässe, Oedem weit um die Einstichstelle herum bis gegen den Hals reichend; Lungen Blutungen; Peritonealhöhle nur schwach tingirtes Serum; Pleura normal Milz nicht wesentlich vergrössert, an einigen Stellen schwärzlich verfärbt

Leber und Darm normal; Nieren an der Grenze der Rinden- und Marksubstanz verschiedene kleine Ecchimosen.

Rollröhrchen: Blut, Leber, Milz sehr viele Colonieen.

Meerschweinchen 2, getödtet nach fünf Wochen.

Keine Veränderungen.

II. Versuche mit Bacillus II.

Injection in die Bauchhöhle.

(2 Kaninchen und 2 Meerschweinchen.)

Als Impfmaterial diente mir eine drei Tage alte Agarcultur.

Kaninchen 1, todt nach $2^1/_2$ Tagen.

Sectionsbefund: Injectionsstelle Röthung des Unterhautzellgewebes und des Peritoneums, Gefässe nach der Symphyse hin erweitert, kleine Ecchimosen, Gewebe stark succulent; Pleura klares, nicht roth tingirtes Serum; Lungen sehr blutreich, grosse Ecchimosen, Oedem; Leber gross; Milz sehr lang, dunkelblau, abgerundete Ränder; Nieren normal; Peritoneum, ausser Röthung an der Einstichstelle, normal; in der Peritonealhöhle wenig klares Serum; Milz, Darm und übrige Organe normal.

Rollröhrchen: Blut, Leber, Milz viele Colonieen.

Kaninchen 2, todt nach fünf Tagen.

Sectionsbefund: Injectionsstelle kein Oedem, unter der Bauchfascie speckige Massen (eingedickter Eiter); ebenso auf der Innenseite des Peritoneums, etwa $^1/_2$ cm um die Einstichstelle herum; Lungen Ecchimosen; Milz sehr gross, 8 cm lang, Ränder abgerundet, sehr dunkel, Oberfläche fein gesprenkelt; Leber etwas vergrössert, blutreich, ebenfalls kleine, weissliche Punkte; übrige Organe normal.

Rollröhrchen: Blut wenige, Leber und Milz grosse Menge von Colonieen.

Meerschweinchen 1, todt nach $3^1/_2$ Tagen.

Sectionsbefund: Um die Einstichöffnung herum starke Röthung des Unterhautzellgewebes, Gefässe nach der Symphyse hin stark erweitert, an der inneren Seite der Oberschenkel und an den Bauchdecken Oedem; Pleurahöhle sehr viel schwach trübe Flüssigkeit; Pleura nicht geröthet; Lungen stellenweise atelectatisch, etwas Oedem; Peritonealhöhle schwach getrübte Flüssigkeit; Peritoneum glänzend, nicht geröthet; Milz stark vergrössert, succulent, ziemlich dunkel, Ränder etwas abgerundet; Leber vergrössert, an deren Oberfläche und auf der Schnittfläche einige kleine weisse Punkte.

Rollröhrchen: Pleurainhalt, Blut, Milz und Leber grosse Menge nicht verflüssigender Colonieen von der Beschaffenheit derjenigen des Bacillus II.

Meerschweinchen 2 blieb gesund.

---

6 Thiere (3 Kaninchen und 3 Meerschweinchen), welchen ich Culturen des Bacillus II unter die Haut gebracht hatte, zeigten mehr oder minder hochgradige Entzündungserscheinungen und Abscessbildung an der Impfstelle, sowie verminderte Fresslust während 1 bis 2 Tagen, starben aber nicht. Bei zweien dieser Thiere war eine sehr starke Erhöhung der Körpertemperatur wahrzunehmen.

III. Versuche mit dem proteusartigen, verflüssigenden Bacillus.

(Impfmaterial: Kartoffelculturen.)

A. Injection in die Bauchhöhle.

(2 Kaninchen und 2 Meerschweinchen.)

Kaninchen 1, todt am folgenden Morgen nach der Injection.
Sectionsbefund: Bauchdecken etwas ödematös; Peritoneum an der Einstichstelle stark ausgedehnte Gefässe, einige kleine Fibrinauflagerungen: Milz kaum vergrössert, dunkel; übrige Organe normal.
Rollröhrchen: Blut, Leber, Milz viele ausschliesslich verflüssigende Colonieen.

Kaninchen 2, todt nach neun Tagen.
Sectionsbefund: An der Einstichstelle eingedickter Abscess zwischen Haut und Bauchfascie; Pleurahöhle klares Serum; Lungen normal; Peritonealhöhle wenig, schwach trübes Serum; Milz von normaler Grösse, etwas dunkel, ziemlich blutreich; Leber Psorospermienknötchen: Nieren ziemlich stark bluthaltig; übrige Organe normal.
Rollröhrchen: Blut mässige Menge verflüssigender Bacteriencolonieen: Milz viele, Leber Galle und Urin keine Colonieen.

Meerschweinchen 1, todt am folgenden Morgen nach der Injection.
Sectionsbefund: Stark ausgedehnte Gefässe an der Einstichstelle; Bauchdecken wenig ödematös; Milz kaum vergrössert, von ziemlich dunkler Farbe.
Rollröhrchen: Blut, Leber, Milz ziemlich viele Colonieen.

Meerschweinchen 2, getödtet nach vier Wochen.
Sectionsbefund: Keine wesentlichen Veränderungen.
Rollröhrchen: Keine Colonieen.

B. Injection unter die Bauchhaut.

(1 Kaninchen und 1 Meerschweinchen.)

Kaninchen, todt am folgenden Morgen.
Sectionsbefund: Bauchhaut an der Injectionsstelle aussen unverändert. Unterhautzellgewebe stark erweiterte Gefässe, keine Abscessbildung: Milz dunkel, wenig vergrössert; alle übrigen Organe normal.
Rollröhrchen: Blut, Milz und Leber viele verflüssigende Colonieen.

Meerschweinchen, getödtet nach fünf Wochen.
Sectionsbefund: An der Einstichstelle eingedickter Abscess, Haut und Fascie adhärent; Organe normal.
Bei einigen Versuchen an Hausmäusen, welchen ich kleine Mengen einer Agarcultur unter die Haut der Schwanzwurzel gebracht hatte, erwies sich dieser Mikroorganismus als auch für diese Thiere pathogen.

In den Deckglaspräparaten von Blut, Leber, Milz der mit Bacillus I inficirten Thiere liess sich in allen Fällen der besagte Mikroorganismus nachweisen, ausser bei einem subcutan geimpften Meerschweinchen, welches überhaupt gesund geblieben war.

Nach intraperitonealer Einimpfung des Bacillus II fand ich denselben ebenfalls im Blut und den Organen aller Thiere, ein nicht erkranktes Meerschweinchen ausgenommen.

Bei der Untersuchung der nach Infection mit dem proteusähnlichen Bacillus gestorbenen Thiere fand sich dieser Mikroorganismus in grosser Menge im Blute und den Organen.

Während des Lebens zeigten die Thiere sämmtlicher drei Versuchsreihen, ausser der erwähnten Abscessbildung, keine charakteristischen Veränderungen, insbesondere keine Diarrhöen.

In den Schnittpräparaten der ersten Versuchsreihe (Bacillus I) fand sich ziemlich übereinstimmend folgender Befund: Lungen mehr oder weniger ausgedehnter Blutaustritt in die Alveolen; Leber erweiterte Gefässe, in diesen viele Bacterien, einzeln oder in kürzeren Verbänden; Milz hyperämisch, hier und da blutkörperchenhaltige Zellen, Bacillen überall zerstreut in der Blutbahn liegend, nicht in Haufen angeordnet, keine Nekrose; Nieren gewöhnlich sehr hyperämisch, Bacterien meist in den Capillaren liegend.

In den Schnittpräparaten der zweiten Versuchsreihe (Bacillus II) fanden sich ebenfalls Blutungen in den Lungen, nebstdem in diesen oft Oedem und partielle Atelectase; in der Milz viele blutkörperchenhaltige Zellen. In diesem Organe waren die Bacterien zum Unterschied von der letzten Versuchsreihe oft in Haufen angeordnet, welche nur am Rande die Stäbchen erkennen liessen, welch' letztere der schwierigen Färbung halber bei oberflächlicher Betrachtung oft als Kokkenreihen imponirten. Um diese Haufen herum war in vielen Präparaten eine beginnende oder schon weiter fortgeschrittene Nekrotisirung des Gewebes nachzuweisen. Die Leber war hyperämisch und wies ebenfalls Stäbchenhaufen und hier da auch beginnende Nekrotisirung des Gewebes auf. Die Nieren zeigten keine histologischen Veränderungen. Die oft spärlich in denselben vorkommenden Bacillen lagen gewöhnlich in den Capillaren.

Die Färbung dieser Schnittpräparate bereitete mir ziemlich grosse Schwierigkeiten, da sich beide Mikroben bei der Differenzirung mit Essigsäure und der nachherigen Behandlung mit Alkohol meist wieder entfärbten. Die besten Resultate erhielt ich, wenn ich die Präparate einige Minuten in Löffler'schem Methylenblau oder einige Stunden in gewöhnlicher, mit Wasser verdünnter, alkoholischer Methylenblaulösung liegen liess, sie dann, anstatt in Essigsäure, nur in Wasser und hierauf in Alkohol brachte. Die Gramm'sche Färbung gelang auch in den Schnitten nicht.

Bei den Versuchen mit dem verflüssigenden, proteusartigen Bacillus fand sich Hyperämie der Lungen; in der Milz grosser Blutreichthum und

ziemlich viele zerstreute Bacillen; in der Leber erweiterte Blutgefässe und in diesen, in kürzeren oder längeren Verbänden, die Bacillen. Die Nieren zeigten keine histologischen Anomalien und enthielten verschiedene Mengen der Mikroorganismen in den Capillaren liegend, hier und da lange Fäden bildend.

Durchgehen wir die Resultate der mit den drei verschiedenen Bacterienarten angestellten Versuche, so finden wir, dass bei der ersten Versuchsreihe, nach Injection von Culturen des Bacillus I in die Bauchhöhle, alle Thiere zu Grunde gingen, und zwar die Kaninchen schon im Verlaufe der ersten 24 Stunden. Ebenso starben 2 Meerschweinchen in derselben Zeit, währenddem die anderen zwei erst nach Ablauf eines weiteren Tages dem eingeimpften Virus erlagen.

Von den subcutan inficirten vier Thieren starben zwei Kaninchen, das erste nach vier Tagen, das zweite nach vier Wochen, und ein Meerschweinchen, letzteres nach drei Tagen. Das zweite Meerschweinchen blieb gesund.

Nach intraperitonealer Impfung waren bei der Section folgende Veränderungen zn constatiren: Oedem der Bauchhaut um die Einstichstelle herum, oft bis zur Symphyse reichend. In der Bauchhöhle einige Male blutig tingirtes Exsudat, ohne rothe Blutkörperchen; in den Lungen fast immer Blutaustritt in die Alveolen; Peritoneum gewöhnlich normal, nur in einem Falle etwas entzündliche Erscheinungen. In der Peritonealhöhle blutig tingirtes Serum; Leber oft vergrössert, hyperämisch; Milz vergrössert, von dunkler Farbe; Nieren gewöhnlich blutreich; im Dünndarm nicht regelmässig flüssiger Inhalt, in drei Fällen stark injicirte Gefässe und kleine Ecchimosen.

Die durch subcutane Infection bedingten Veränderungen waren im Wesentlichen dieselben, nur zeigte das Unterhautzellgewebe der Bauchhaut stärkeres Oedem und hochgradigere Entzündungserscheinungen. Die Pleura war bei allen drei gestorbenen Thieren normal. Die Peritonealhöhle enthielt nur bei einem schwach tingirtes Serum.

Von den vier mit Bacillus II intraperitoneal geimpften Thieren starben die beiden Kaninchen und ein Meerschweinchen. An der Einstichstelle war in zwei Fällen Oedem und Erweiterung der Gefässe, in einem Falle beginnende Abscessbildung wahrzunehmen. Die Pleura zeigte keine wesentlichen Veränderungen. In den Lungen fanden sich Blutungen, bei einem Kaninchen und dem Meerschweinchen auch Oedem. Leber und Milz waren vergrössert, Darm und Nieren normal, Peritonitis nie vorhanden.

Während in den Versuchen mit Bacillus I die Bacterien in den Organen zerstreut lagen, bildeten dieselben in dieser Versuchsreihe kleinere

oder grössere Haufen, um welche herum das Gewebe oft der Nekrotisirung anheimfiel.

Die subcutane Einimpfung dieses Mikroorganismus hatte bei den sechs Versuchsthieren wohl stets heftige Entzündungserscheinungen mit Abscessbildung an der Impfstelle, nicht aber den Tod derselben zur Folge.

Nach Infection mit dem proteusähnlichen verflüssigenden Bacillus starben nach intraperitonealer Injection beide Kaninchen und ein Meerschweinchen (das zweite Meerschweinchen blieb gesund), nach subcutaner Impfung nur das Kaninchen. Bei den oben angegebenen Versuchen an Hausmäusen starben von vier Thieren zwei.

Die Section ergab an der Einstichstelle in zwei Fällen Oedem der Bauchdecken, bei einem Thiere Abscessbildung zwischen Haut und Fascie; ausser bei einer Maus nur geringe Vergrösserung der Milz, stets aber dunklere Färbung derselben. Leber blutreich, sonst keine wesentlichen Veränderungen.

Die Bacterien fanden sich im Blute und in allen Organen.

Diese letztere Bacterienart liess sich, wie früher angeführt, nur in drei mit Hadernmaterial inficirten Thieren nachweisen, und doch kann ich mir nicht denken, dass es sich um eine zufällige Infection während oder nach der Impfung gehandelt habe; denn stets wurde die Impfstelle und ihre Umgebung gründlich desinficirt, und eine Oeffnung war in beiden Fällen an der Abscesswand nicht zu bemerken. Da ich noch eine grössere Menge von Hadernmaterial zu untersuchen gedenke, wird es sich zeigen, ob ich im Verlaufe meiner Untersuchungen wieder auf diesen Mikroorganismus stosse, den ich seiner morphologischen und biologischen Eigenschaften halber, trotz seiner ausgesprochenen Pathogenität, der Gattung Proteus (Hauser) zurechnen muss.

Der Bacillus I scheint dem Bacterium coli commune und dem Brieger'schen Bacillus ziemlich nahe zu stehen, unterscheidet sich jedoch, wie früher ausgeführt, von diesen durch die grössere Dichtigkeit (Undurchsichtigkeit) der Plattencolonie.

Gegen die Identität mit den von Weisser[1] zum Zwecke der Vergleichung mit dem Neapler Bacillus zur Impfung verwendeten Darmbacterien spricht schon die gewöhnlich auftretende, deutliche, oft hochgradige Vergrösserung der Milz bei meinen Versuchen. Auch beim Vergleich mit anderen Darmbacterien waren trotz einer gewissen Aehnlichkeit der Plattenculturen doch stets Unterschiede zu constatiren.

---

[1] Ueber die Emmerich'schen sogenannten Neapler Cholerabacterien. *Diese Zeitschrift.* Bd. I. S. 315.

Der Bacillus II scheint allerdings im Anfang auf der Platte mit dem von Bordoni-Uffreduzzi[1] in der Hadernkrankheit ähnlichen Krankheitsfällen gefundenen Proteus hominis einige Aehnlichkeit zu haben, unterscheidet sich aber im weiteren Wachsthumsverlaufe von diesem durch die unregelmässige Gestalt der auf der Oberfläche stärker ausgebreiteten Colonie, durch die geringere Grösse und das stets negative Verhalten gegen die Gramm'sche Färbung.

Von dem von Kranhals in den Leichen von Hadernkranken und in den mit Hadernstaub inficirten Thieren, allerdings nur durch mikroskopische Untersuchung gefundenen Bacillus des malignen Oedems sind die drei in meinem Hadernmateriale nachgewiesenen Mikroben leicht zu unterscheiden. Ein genauer Vergleich mit dem von Kranhals ebenfalls beobachteten kleineren Bacillus war mir nicht möglich, weil ich keine Kenntniss von dessen culturellen Eigenschaften hatte.

Eine Identität mit Milzbrand ist selbstverständlich auszuschliessen.

Da nun keiner der drei bei den vorstehend beschriebenen Untersuchungen gefundenen Mikroorganismen mit den bis jetzt bei der Hadernkrankheit nachgewiesenen identificirt werden kann, ist nicht zu entscheiden, ob der eine oder der andere derselben mit dieser Krankheit in etwelchem Zusammenhange stehe, immerhin bleibt aber die Möglichkeit nicht ausgeschlossen; denn ein solch' wenig typischer Symptomencomplex kann doch wohl durch verschiedene Mikroorganismen hervorgerufen werden.

Jedenfalls wird es mir von Interesse sein zu erfahren, ob ich diese Mikroben bei den bereits begonnenen Untersuchungen mit verschiedenem Materiale anderer Provenienz wieder auffinden werde. Meine Versuchsresultate aber sollen den Beweis dafür erbringen, dass sich gelegentlich in Hadern pathogene Mikroben nachweisen lassen, die mit den bis jetzt als Erreger der sogenannten Hadernkrankheit bezeichneten Bacterien nicht identisch sind.

[1] A. a. O.

Beiträge zur Kenntniss der pathogenen Gregarinen.

IV.

Gregarinenformen innerhalb der Blutzellen bei Schildkröten, Eidechsen, Vögeln und von Malariakranken.[1]

Von

Dr. **L. Pfeiffer**
in Weimar.

Von Professor Dr. Danilewsky in Charkoff sind jüngst in dem Blute von Schildkröten, Eidechsen, Fischen und Vögeln Schmarotzerformen aufgefunden worden, die denen aus Malariablut sehr nahe stehen. Abgesehen von der dadurch erhaltenen weiteren Bestätigung, dass parasitäre Vorgänge grober Art im rollenden Blute selbst sich abspielen können, wird durch die Infectionsvorgänge innerhalb der Blutzellen eine ganz neue und weite Perspective für die Erkenntniss der biologischen Vorgänge, der histogenetischen Bedeutung des Zellkernes u. s. w. eröffnet.

Soweit zunächst Gregarinenformen bei Emys lutaria, Testudo campanulata, Lacerta viridis und Vögeln in Frage kommen, kann Verfasser die von R. Danilewsky geschilderten Vorkommnisse aus eigener Anschauung bestätigen und kaum etwas Neues hinzufügen. Für Malaria hatte Verfasser bei drei in Deutschland entstandenen Erkrankungsfällen negatives, bei einem aus Italien kommenden Kaufmann aber positives Resultat zum Vergleich. Letzterer hatte in jedem 90. bis 100. rothen Blutkörperchen je eines der charakteristischen sichelförmigen Körperchen. Amöboide oder Plasmodienformen bei den Malariakranken hat Verfasser nicht finden können, wohl weil alle Kranken bereits mit Chinin behandelt worden waren.

Die von R. Danilewsky im Blute der Vögel beobachteten amöboiden oder Flagellatenformen, von ihm zu Polimitus malariae gerechnet, kamen im Sommer 1889 bei 40 lebenden Vögeln nur in einer Schleiereule vor.

---

[1] Das Manuscript wurde im December 1889 abgeschlossen. Seitdem sind erschienen der Aufsatz von Plehn in Bd. VIII, Hft. 1 *dieser Zeitschrift* und von R. Paltauf in der *Wiener klinischen Wochenschrift*. 1890. Nr. 2 u. 3.

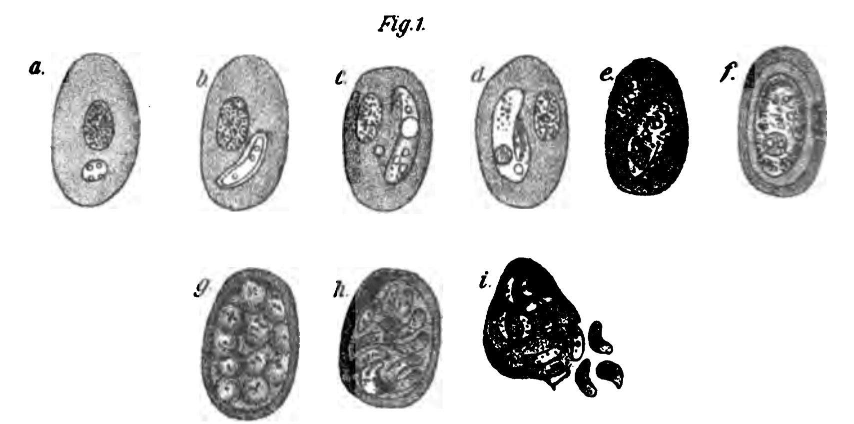
Es wurden, entsprechend den Mittheilungen von Danilewsky, nur Nesthocker (Würger, Mantelkrähe, Elster, Eule, Bussard), aus Thüringen, Franken, Hannover, ausgewählt. Es müssen auch hier endemische Einflüsse sich geltend machen, insofern nach Danilewsky das Vorkommen des Polimitus avium in Charkoff und im Jardin des plantes zu Paris ein gewöhnliches ist.

Um Missverständnissen vorzubeugen, sei ausdrücklich betont, dass hier nur das Vorkommen von Gregarinenformen innerhalb der Blutzellen beschrieben werden soll und dass die Beziehungen der Plasmodien zur Malariainfection nicht Gegenstand der nachfolgenden Mittheilungen ist.

1. Haemogregarina cistudinis s. Stepanowi (R. Danilewsky).

(Fig. 1 bis 5.)

Es handelt sich hier um eine Gregarine, speciell um eine Eimeria[1] oder um eine Sporidienform, welche ihren Entwickelungsgang ganz innerhalb der rothen Blutkörperchen von Emys lutaria, auch von Testudo campanulata[2] durchläuft und im Vermehrungszustand die Hülle der Blutzelle als Cystenhülle verwendet. Die Infection mit 1, 2 und selbst 3 Parasiten



Entwickelung der Haemogregarina cistudinis. Vergrösserung 1500/1. Nach frischen Blutpräparaten. *a* bis *e* Vegetatives Stadium. *f* bis *i* Vermehrung.

findet im Hämatoblastenstadium (oder noch früher?) statt; die Cystenbildung an ruhigen Stellen des Kreislaufes, z. B. im Knochenmark, in der Niere, mit neuer Entstehung und Ausstreuung von 8, 16 oder 24 sichelförmigen Keimen. Der Parasit hat zu allen Zeiten einen deutlichen centralen Kern, keine Vacuolen, ständig einige bis viele Gregarinenkörner

[1] Nach Verfassers Auffassung.

[2] Bezogen von Geupel-Leipzig.

nach den Enden zu. Amöboidzustände kommen nicht vor. Die frisch ausgeschlüpften sichelförmigen Keime sind im Blutplasma beweglich; ebenso alte exkapsulirte Individuen. Innerhalb der Blutzelle ist die Hämogregarina cistudinis unbeweglich.

Der Parasit ist zuerst von Professor R. Danilewsky in Emys lutaria gefunden worden und kommt vor in der Umgegend von Charkoff, Odessa, in Südsibirien. Verfasser hat denselben nach mehrfach vergeblichem Suchen, aus Emys lutaria, von Geyer in Regensburg bezogen, beobachtet; der Fangort der Schildkröten ist nicht ermittelt. Auf je 10 Exemplare waren 1—2 inficirt, sowohl junge als alte; einige alte hatten auf 10 Blutkörperchen des Schenkelhautblutes je ein inficirtes, und im Knochenmark noch mehr. Die von Danilewsky angeführten Thatsachen kann Verfasser durch eigene Zeichnungen bestätigen.

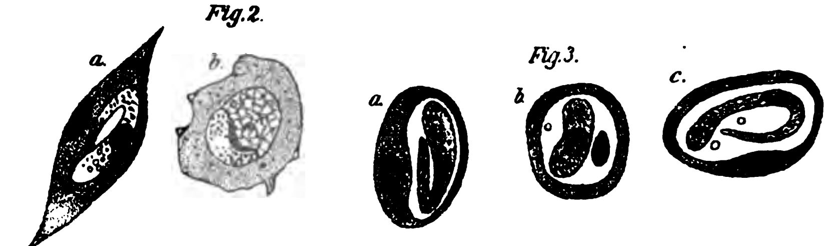
Schenkelhautblut. In Präparaten mit 0·6 procentigem Salzwasser oder mit Kammerwasser des Schafauges erscheint der Parasit bei 800 facher Vergrösserung als deutlich heller Fleck innerhalb der rothen Blutscheibe, zur Seite des Blutzellkernes gelagert. Die relativ häufig vorkommenden grossen Formen haben anscheinend die Länge des grösseren Blutkörperchendurchmessers, sind aber doppelt so lang, da zwei Hälften in Taschenmesserform mittelst eines Knickes dicht aneinander gelagert sind (Fig. 1*d*, 1*e*, 5*a*, 5*b*, 4*d*, 3*a*, 2a). Uebergangsformen, von einfachen kurzen Stäbchen zur Sichelform, weiter mit Umbiegung des einen dünneren Endes bis zu solchen Taschenmesserformen, sind stets vorhanden (Fig. 1*a*—*e*). Ein Zusatz von Kammerwasser, mit etwas Methylenblaupulver versetzt, färbt zunächst den Zellkern der Blutscheibe, dann das Zooid und auch den Parasiten. In den auf gewöhnliche Weise hergestellten Trockenpräparaten färben sich Kern, Kernkörperchen und Granulationen des Parasiten schön roth mit einer Lösung von Carmin in schwacher Osmiumsäurelösung (Danilewsky). Zur Doppelfärbung eignet sich Hämatoxylin-Eosinlösung; der Parasit erscheint roth neben dem dunkeln Blutzellkern, besonders nach vorausgegangener kurzer Extraction des Hämaglobulins mittelst schwacher Bor- oder Essigsäure (2 Procent). (Pfeiffer).

Zur weiteren Orientirung mögen folgende Maasse dienen für Emys lutaria, welche mit denen von Danilewsky übereinstimmen:

Reife Blutzellen . . .	0·0216 — 0·027	lang — 0·011—0·0114 breit,
Kern derselben . . .	0·004 — 0·007	„
Mikrocyten	0·0126 — 0·0180	„
Kleinste Hämatoblasten	0·007.	
Reifer Parasit, geknickt	0·028	„
„ „ gestreckt	0·042	„
Jüngste sichtbare Form in den Mikrocyten . .	0·004 – 0.005.	

Die jüngste intracelluläre Form (Fig. 1*a*, 4*a*) erscheint als helles Bläschen, rund oder oval neben dem Blutzellkern; besonders deutlich nach Zusatz von etwas Methylenblaulösung (in Kammerwasser, Amnionwasser. Hydrocelenflüssigkeit u. s. w.). Besonders die birnenförmigen oder mondsichelförmigen Hämatoblasten beherbergen diese jüngste Form.

Die nächste Form, in der Grösse des Blutzellenkernes, erscheint in den Mikrocyten, in den Hämatoblasten und auch in den rothen Blutzellen als heller Fleck, aber mit einigen Granulationen und mit etwas mehr verwaschenem Umriss (Fig. 1*a*). Mit Verschärfung der Contour wird daraus ein rundes oder längliches wurmartiges Körperchen, mit einigen runden, glänzenden Granulationen an beiden Enden und mit hellem rundem Kernfleck in der Mitte (Fig. 1*b*). Die Farbe ist bläulich weissglänzend und bleibt so durch den ganzen Lebenslauf hindurch. Bei noch weiterem Wachsthum biegt sich eine Art Schwanz um, zur schon



Vergrösserung 1500/1. Lebendes Material. *a* Inficirter Hämatoblast, an den Enden blutbraun gefärbt und ausnahmsweise mit einer bereits ausgewachsenen Hämogregarine besetzt. *b* Halbwüchsiger Parasit in einem amöboiden Leukocyten.

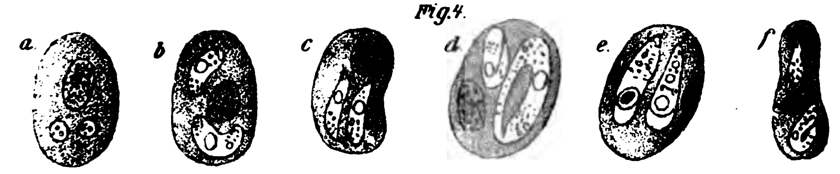
Vergrösserung 1500/1. Hämocyten mit brauner Randzone. Kern bald ausserhalb (*a* und *c*), bald innerhalb (*b*) einer Scheinkapsel gelagert.

beschriebenen Taschenmesserform den Uebergang bildend (Fig. 1*c*, 1*d*. Ein Ecto- und Entoplasma ist nicht differenzirt, doch scheint, nach später zu beschreibenden Bewegungsvorgängen, das Centrum von flüssiger Consistenz Vacuolen sind nur an absterbenden Parasiten zu beobachten (Fig. 5*g*). Der Kern, mit einigen Kernkörperchen, ist von weicher Beschaffenheit, er nimmt Antheil an den ringförmig sich folgenden Wülsten. wenn der Parasit sich im Blutserum fortbewegt (Fig. 5*f*). Die Granulationen (4—6) an beiden Enden bestehen aus Gregarinenfett.

Die Gestalt der inficirten Blutzelle wird durch kleine oder grosse Parasiten nicht verändert; das gilt für die erst halbgefärbten Hämatoblasten ebenfalls (Fig. 2*a*). Dass bei Emys die Parasiten auch in Leukocyten eindringen, dafür spricht Fig. 2*b* (phagocytärer Process?). Auch die Färbung der rothen Blutkörperchen bleibt gut erhalten; gewöhnlich

ist der Parasit von hämoglobinhaltigem Plasma, dem Zooid, dicht umflossen. Doch treten auch Formen auf mit einem schmalen hellen Saum zwischen der gefärbten Randpartie der Blutzelle und dem Parasiten. Der Kern der Blutzelle liegt dabei bald innerhalb (Fig. 3*b*), bald ausserhalb (Fig. 3*a*, *c*) des Ringes und ist auch mit Reagentien eine Kapsel um den Parasiten im Zooid nicht nachweisbar. Freigewordene grössere Parasiten schleppen zuweilen eine Kapsel mit sich herum, wie eine Schnecke ihr allerdings besser erhaltenes Gehäuse; aber diese Kapsel ist meist faltig und geschrumpft, beutelartig und ist als die Hülle der zu Grunde gegangenen Wirthszelle zu betrachten (Fig. 5*a*, *b*, *c*). — An den Blutzellen mit grossem Fremdling ist manchmal nur ein ganz schmaler Randring von Blutfarbe erhalten; ganz entfärbte sind selten. Pigmentkörner im Zooid kommen nicht vor.

Der Kern in den inficirten Blutzellen von Emys lutaria erleidet auffallend wenig Veränderungen; sehr selten ist seine Contour gestört. Eine Einkerbung, ein Zerfall, wie dies bei Lacerta die Regel ist, kommt kaum vor, selbst wenn er durch einen grossen Fremdling ganz an die Zellwand angedrückt wird.

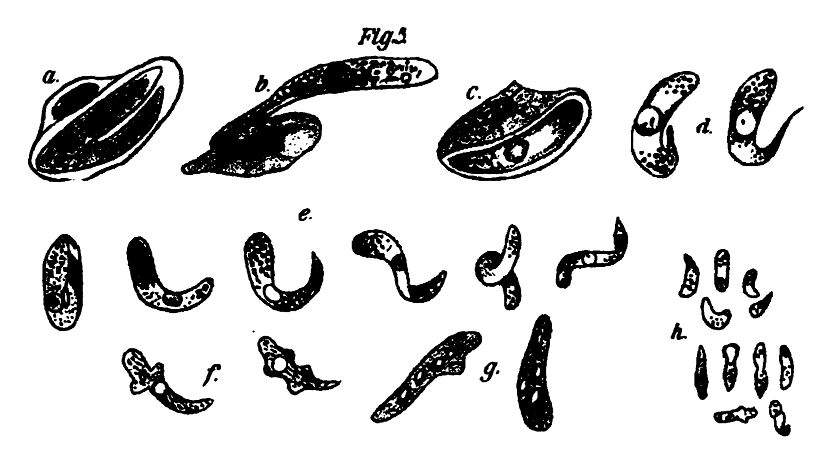


Vergrösserung 1500/1. Zwillingsinfection von Hämocyten. In Fig. 4*d* ist ein Grössenunterschied der beiden Fremdlinge ausnahmsweise vorhanden.

Infectionen von Hämatoblasten oder Blutkörperchen mit 1, 2 und selbst 3 Parasiten sind nicht selten, besonders im Knochenmark (Fig. 4). Zwillinge sind meist gleich gross und also wohl auch meist gleich alt. Bei ungleicher Grösse könnte man, wie dies in den Epithelzellen der Niere von Helix arbustorum, hortensis, frutidum, Succinea Pfeiferi und putris durch eine Coccidie (Klossia Soror Aimé Schneider) vorkommt, an eine Successivinfection oder Superföcundation denken (Fig. 4*d*). Direct beobachtet ist das Eindringen der Fremdlinge in die Blutzellen noch nicht. In jungen Schildkröten sind meist nur kleinere Formen und diese zahlreich in den Hämatoblasten vertreten; bei älteren Schildkröten finden sich in den rothen Blutzellen mehr die ausgewachsenen Parasiten. Es wird somit das Wachsthum der Blutzellen durch die Anwesenheit von Parasiten nur wenig gestört. Da bei ganz alten Schildkröten und im Winter die Vermehrung der Parasiten einen Stillstand macht, nimmt Danilewsky mit Recht an, dass die Entwickelung des Parasiten inner-

halb der lebensfähig bleibenden Blutkörperchen sich auf Monate erstreckt — eine Langlebigkeit, die sich ganz gleich bei den Sarcosporidien findet.

Frei zwischen den Blutzellen sich findende sichelförmige Körperchen benennt Danilewsky als exkapsulirte Form (Fig. 5). Sie sind zum Theil beweglich und ihre Geburt aus den Blutzellen lässt sich unter dem mit Wachsfüsschen und mit Fettrand geschützten Deckglas beobachten, sobald Abkühlung (und Sauerstoffmangel!) eingetreten ist. Sie erscheinen zunächst noch an den Enden gleichsam zusammengeknotet, 0·028 lang (Fig. 5*e*), haben aber die Neigung, sich zu strecken, indem sie sich von der anhaftenden, wie ein loser zerknitterter Beutel erscheinenden Zellhülle, abtrennen (Fig. 5*a*, *b*). Die mittlere Länge ist, wenn gestreckt,



Die Bewegungen der Haemogregarinae cistudinis. Vergrösserung 1500/1. *a* bis *f* der erwachsenen, *h* der ganz jungen Formen. *a*, *b*, *c* sind entfärbte und gefaltete Hämocyten. *e* sind sechs aufeinander folgende Bewegungsformen eines eben frei gewordenen Parasiten um eine feststehende Axe. *f* Die geradlinige Fortbewegung. *g* Abgestorbenes Exemplar. *h* Keime mit Bewegung.

das Doppelte der Blutzellenlänge: 0·03 bis 0·04^{mm}. Der Körper dieses Parasiten ist, wie seine Bewegung lehrt, cylindrisch, an einem Ende stumpf, am anderen spitzer abgerundet. Die Structur ist homogen. Ecto- und Entosark sind nicht zu unterscheiden, ebensowenig ein Sarcocyt. Die Farbe ist bläulich, manchmal bei directer Beleuchtung mit einigen dunkleren Querringen. Der Kern liegt in der Mitte, hat scharfen runden oder ovalen Rand und einige dunklere Körnchen (Fig. 4*a*—*b*).

Die an diesen exkapsulirten Parasiten zu beobachtenden Bewegungsvorgänge sind doppelter Art, immer aber sehr träge. Die Fortbewegung geschieht, immer vorwärts, durch quere Wulstungen, in 3 bis 4 Reihen sich folgend und den Kern mit einschnürend (Fig. 5*f*). Ausserdem finden

ganz so wie bei Klossia, Eimeria, bei Sarcosporidien — noch Beugungen bis fast zur Schleifenform, Streckung und auch Schraubendrehung mit Rückstreckung statt (Fig. 5*e*). Mit der Bewegung von Englena kann diese langsame Drehung um eine feststehende Axe nicht verglichen werden. Sie wird bei Lacerta innerhalb des Blutkörperchens normaler Weise aufgeführt in ganz überraschender Weise. Involutionsformen kommen vor; ebenso Monstrositäten. Die unter dem Deckglas nach ca. 10 Minuten sich exkapsulirenden Formen werden bald vacuolös und gehen rasch zu Grunde (Fig. 5*g*). Besonders das Blut junger oder hungernder Schildkröten hat viele exkapsulirte Exemplare, darunter auch viele halbwüchsige.

Knochenmarkblut. Dasselbe ist ausgezeichnet durch weitere Entwickelungsstadien der ausgewachsenen Parasiten, sowie durch das Vorkommen zahlreicher ganz kleiner, freier Formen (Fig. 5*h*). Das Nierenblut verhält sich ähnlich, während die Milz bei Emys keine Sonderstellung einnimmt. Zur Untersuchung eignet sich besonders das aus dem rothen Knochenmark der Epiphysen ausgequetschte Blut.

Die interessanteste und für den Entwickelungsgang ausschlaggebende Formenreihe ist die in Fig. 1*f*, *g*, *h*, *i* abgebildete, welche aus ganz jungen Schildkröten erhalten werden kann und welche ganz an eine sporenbildende Cyste einer Coccidie, speciell an die einsporige Eimeria oder noch mehr an eine Sporidiencyste oder an Synchytrium erinnert, wobei die Hülle des befallenen Wirthes als Cystenwand mit Verwendung gefunden hat. Die Blutzellen mit Theilungsvorgängen im Parasiten sind meist etwas grösser (0·025 bis 0·03 lang, 0·016 breit) als gesunde Blutzellen (0.0216 bis 0.027 : 0·011).[1]

Aus dem reifen Parasiten wird zunächst ein ovaler, feinkörniger, hellglänzender Körper, an dem die Mittelfurche der Taschenmesserform nicht mehr zu unterscheiden ist, in dem aber der Kern deutlich blieb (Fig. 1*f*). Umgeben ist derselbe immer noch von einem schmalen blutgefärbten Saum am Blutzellrand, mit dem eingebetteten Zellkern. Das nächste Stadium ist repräsentirt durch ein Blutkörperchen gleicher Beschaffenheit, dessen Fremdkörper aber 8, 16 oder 24 Kugeln (Fig. 1*g*) in sich enthält. Ein weiterer Entwickelungszustand zeigt diese hyalinen Kugeln etwas länglich und fein gekörnt. Schliesslich finden sich auch noch Blutkörperchen, die wie die Sporen einer Klossia, einer Eimeria oder einer Sporidie, bis auf einen schmalen braunen Randring mit kleinen sichelförmigen Keimen erfüllt ist (Fig. 1*h*). Auch in diesem Stadium bleibt der Blutzellenkern noch deutlich. Beim Platzen solcher Cystenzellen treten Keimlinge aus (Fig. 1*i* und 5*h*), die sich morphologisch nicht

[1] Die Maasse nach Danilewsky's Original und verglichen.

unterscheiden von den innerhalb der Hämatoblasten vorkommenden kleinsten Gregarinenformen; sie sind hell, haben an beiden Enden Fetttröpfchen, ohne deutlichen Kern, und bewegen sich ganz so wie die im Körperblut zu findenden, mit wurmartig fortrückenden Quereinschnürungen, neben leichter Beugung und Streckung um eine feststehende Axe.

Ebensolche sichelförmige Embryonen, 0·004 lang, sind zahlreich frei im Knochenmarkblut (Fig. 5 *h*). Amöboide Zustände kommen nicht vor, im Gegensatz zu den Sporidien und zu den im Vogelblut und im Malariablut vertretenen Formen.

Ob die Infection durch noch viel kleinere im Blute vorkommende, den Gregarinenkörnern ähnelnde Gebilde bedingt sind, wie Danilewsky anzunehmen geneigt ist, bleibt noch offene Frage. Allerdings sind die kleinsten vacuolenartigen Fremdlinge in den Hämatoblasten noch kleiner als die den Cysten entschlüpfenden sichelförmigen Keime. Möglich, dass in den Nieren von Danilewsky beobachtete kleinste vacuolenartige Gebilde daselbst als eine Art von Dauerspore sich bilden und dass es sich bei diesen Parasiten gar nicht um eine Successivinfection der Blutzellen in demselben Wirth handelt, wie wir das in Abschnitt I bei den Mikrosporidien der Pebrine beschrieben haben und wie es auch von den Sarcosporidien wahrscheinlich ist. Sprossbildungen, die Celli und Guarnieri innerhalb der inficirten Malariablutzellen an den fremden sichelförmigen Körperchen direct beobachtet haben, kommen bei Emys nicht vor.

In den Ausleerungen von stark inficirten Schildkröten, leider meist mit massenhaften Helminthen gemengt, hat Verfasser vergeblich nach Gregarinenformen gesucht.

Besondere Krankheitserscheinungen sind bei stark inficirten, bei jungen und alten Schildkröten, nicht aufgefallen.

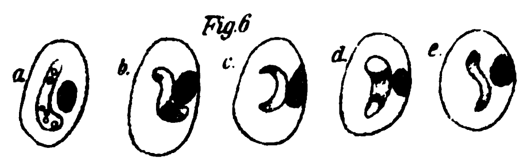
2. Haemogregarina lacertae Danilewsky.

(Figg. 6 und 7.)

Diese Gregarinenform ist 1884 von Danilewsky aufgefunden in Lacerta viridis und agilis in der Umgegend von Charkoff. Verfasser hat sie jüngst in 12 Exemplaren von Lacerta viridis, bezogen von Geyer-Regensburg, ebenfalls gefunden; in einer derselben war jedes zehnte Blutkörperchen befallen. Die von Danilewsky beschriebenen Verhältnisse kann Verfasser auch hier durch nachstehende Zeichnungen bestätigen.

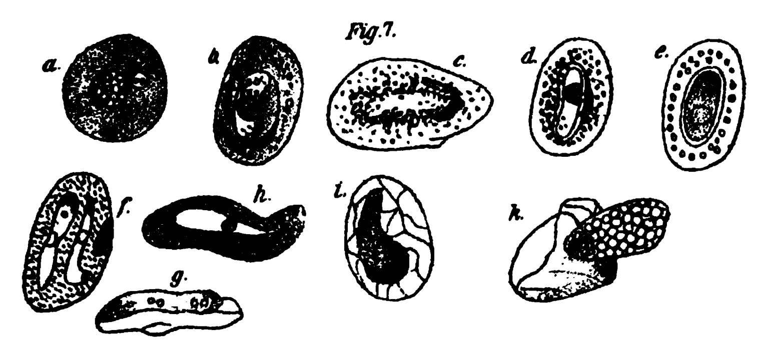
Im grossen Ganzen verläuft die Infection hier ganz ähnlich wie bei Emys, aber folgende wesentliche Unterschiede sind zu beachten. Der Parasit ist bei Lacerta nur halb so gross, insofern er sich nicht taschen-

messerartig zusammenlegt. Die mittelgrossen Parasiten vollführen alle 1 bis 5 Minuten innerhalb der Blutzelle ein und dieselbe Bewegung aus, um den Blutzellkern herum unter Beugung, Streckung oder auch Spiraldrehung ihrer Längsaxe (Fig. 6). Die ausgewachsenen Parasiten (0·015



Vergrösserung 1500/1. Bewegungsformen innerhalb noch wenig veränderter rother Blutzellen von Lacerta.

bis 0·017 lang, 0·003 bis 0.004 breit) werden sehr träge oder sistiren in der Bewegung unter gleichzeitig eingetretener Zerstörung der Wirthszelle (Fig. 7*b*, *c*, *d*, *f*, *g*). Das Zooid wird vollständig entfärbt, körnig; die Hülle bekommt Faltungen und der Zellkern zerbröckelt (Fig. 7*g*).



Vergrösserung 1500/1. Entwickelung der Haemogregarina lacertae. *a* bis *f* Lebendes Material. *h* u. *i* Gefärbt mit Phloxin-Methylenblau. *e* u. *k* Zweifelhafte Cystenformen.

Mit Bromwasser wird eine Hüllhaut am Parasiten deutlich (Fig. 7*d*).

Die kleinsten Parasiten haben dasselbe Verhalten, wie soeben bei Emys geschildert worden ist; die Blutfarbe der Wirthzelle ist dabei ebenfalls noch erhalten (Fig. 7*a*). Bei weiterem Wachsthum wird der Wirthskern an die Zellwand gedrückt, wird breit oder auch sichelförmig und zerfällt bald in zwei und mehr Theile. Die rhythmischen Beugungen des Parasiten setzen auch den Blutzellkern in Bewegung, wobei zuweilen der Kern zwischen die sich nähernden Sichelenden gefasst wird und ein Hinderniss der Bewegung abgiebt. Dieses Spiel kommt in überraschender Weise zur Anschauung, wenn durch Zusatz von schwach blau gefärbtem Kammerwasser zunächst der Blutzellkern etwas Farbe annimmt und der

Parasit noch einige Bewegungen ausführt, ehe auch er gefärbt wird und abstirbt.

Die ganz jungen Formen sind schwerer aufzufinden als bei Emys; mit Hülfe der Eiweissfarblösung gelingt es auch hier, neben dem Blutzellkern einen hellen Fleck (0·010 bis 0·012) mit ganz feinen Granulationen zu entdecken, zunächst noch ohne eigene Kernandeutung. Beim Erwärmen sind Contourveränderungen an dem Fleck zu bemerken.

Freie Formen im Blut sind kurz oval oder mehr säbelförmig gestreckt, in der Länge den Blutzellen entsprechend. Sie sind durch bläulichen Glanz ausgezeichnet und bewegen sich selbstständig zwischen den Blutscheiben, ganz in der Weise, wie die sichelförmigen Körperchen der Coccidien, der Sporidien und wie die exkapsulirten Hämogregarinen von Emys.

Amöboidformen hat Verfasser nicht auffinden können. Frei im Blut schwimmend kommen noch kleinste, unbewegliche Formen vor, die durch ihren Glanz an Gregarinenkörner erinnern. Die Bedeutung derselben ist vollständig unklar.

Die Vermehrung der Haemogregarina lacertae ist eine andere, als die der Haemogregarina cistudinis; im Knochenmarke fehlen die für Emys so charakteristischen Cysten. Die besondere Hüllhaut im Inneren der degenerirten Blutzellen um ausgewachsene Parasiten herum, sowie ferner Formen, vorstehend in Fig. 7 *e* und *k* abgebildet, lassen eine andersgeartete Anpassung des Parasiten an die weniger widerstandsfähigen Blutzellen der Eidechsen und eine andere Vermehrung als bei Emys vermuthen.

Besondere Krankheitserscheinungen bei den Eidechsen sind nicht beobachtet. Nach längerem Zusammenleben in einem Käfig hatten auch die anfangs nicht inficirten Exemplare solche Parasiten erhalten.

3. Haematozoa avium Danilewsky.

(Figg. 8 und 9.)

Danilewsky beschreibt aus dem Blut von Vögeln, speciell nur von Nesthockern, fünf verschiedene Formen eines (oder mehrerer? Verfasser) Parasiten:

A. Microbes paludiques.

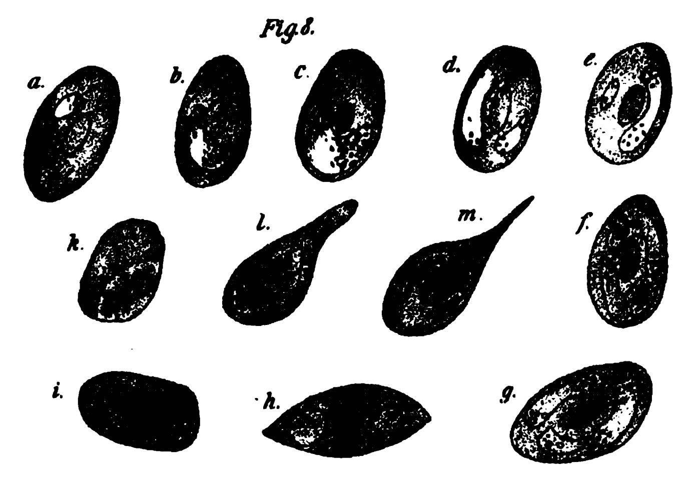
1. Pseudovermiculi (Fig. 8),
2. Pseudovacuolae s. Cytozoa (Fig. 9),
3. Polimitus avium, (Fig. 10).

B. Trypanosomes et Trypanomonades.

4. Trypanosoma avium,

5. Pseudospirilla avium.

Verfasser hat im Sommer und Herbst 1889 in Mitteldeutschland nach inficirten Vögeln gesucht und schliesslich in einer Schleiereule die in Fig. 8 bis 10 abgebildete Form gefunden. Es soll der erste Frühling die geeignete Zeit sein und hat Danilewsky sogar die von den Eltern im

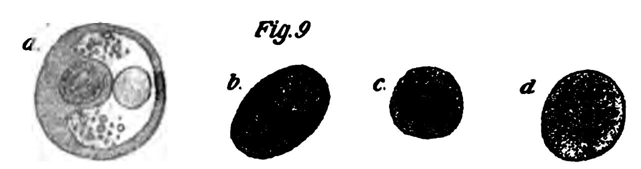


Vergrösserung 1500/1. Haematozoa avium. *a*, *b*, *c* die gewöhnliche Form, *l* in Hämatoblasten. *d*, *e*, *f*, *i*, *h*, *g* Mehrlingsinfection. *k* Cystenbildung (?) nach Danilewsky.

Nest gefütterten Vögel inficirt gefunden. Polimitus mit Flagellaten und die amöboiden Formen verlangen Beobachtung des lebenden Materiales auf gewärmtem Mikroskop. Die mit sichelförmigen Körpern behafteten rothen Blutscheiben (Pseudovermiculi D.) der Vögel zeigen im Ganzen das gleiche Verhalten (Fig. 8) wie bei Emys. Die Hülle ist gut erhalten; das Hämoglobin aber ist bei grossen Parasiten zu dunklen Punkten zerfallen. Der Blutzellkern ist erhalten (Safraninfärbung) und meist central gelegen.

Wird das Blut auf dem Objectträger warm gehalten, so bekommt (Fig. 10) das befallene Blutkörperchen nach 10 Minuten eine seitliche Ausbuchtung, aus welcher nach weiteren 40 bis 60 Minuten das sichelförmige Körperchen ausschlüpft, 15 bis 17 Mikrom. lang. Es ist hyalin, hat Kernfleck und ist beweglich, genau wie bei Emys und Lacerta. Solche Formen finden sich auch frei in dem eben entnommenen Vogelblut, 10 bis 19 Mikrom. lang und mit deutlichen Querleisten versehen.

Jüngere Parasitenstadien, Cytozoa und Pseudovacuolae nach Danilewsky, erscheinen als heller bläschenartiger Fleck im Innern der Hämocyten der Vögel (Fig. 8*a*) ganz wie bei Emys, Lacerta und von dem Blutzellkern durch Farbstoffe, durch Säuren, Brom- und Chloroformwasser leicht zu differenziren. In Hämatoblasten und Mikrocyten sind sie 2 bis 4 Mikrom. gross, in besonders grossen Hämocyten erreichen sie 10 bis 19 Mikrom., den gesammten Zellraum ausfüllend (Fig. 9 *c*, *d*).



Vergrösserung 1500/1. Ungefärbte inficirte Blutbestandtheile, *b*, *c*, *d* Pseudo vacuolae. *a* Cystenbildung (?).

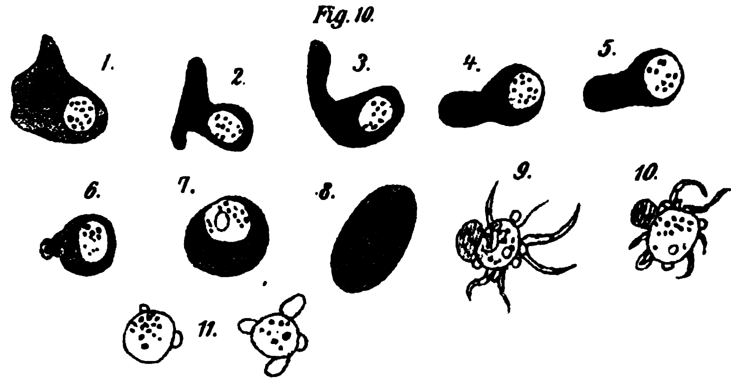
Im Blute der Eule sind auch biscuitförmige, melaninfreie Leukocyten mit solchen Parasiten besetzt. Eine kranke junge Eule Danilewsky's hatte zahlreiche grosse Makrophagen, mit je 1 bis 2 bis 3 Parasiten besetzt, in der Milz und im Knochenmark; im übrigen Körperblut war jeder zweite bis dritte Hämocyt mit ein bis drei Pseudovacuolen besetzt.

Der Zusammenhang dieser runden vacuolenartigen Form mit den sichelförmigen Körpern ist durch directe Beobachtung noch nicht festgestellt. Gerade dieser Nachweis wäre wichtig, da die grösseren Pseudovacuolen einen mit eigenartigen Flagellen behafteten, beweglichen Inhalt haben (Polimitus avium Danilewsky). Es ist möglich, dass nur die kleinen Vacuolen, wie bei Lacerta und Emys, mit den sichelförmigen Körperchen in Beziehung stehen (Fig. 8*a*).

Jedenfalls wäre die Entstehung der Polimitusform aus den Pseudovacuolen (Fig. 9*c*, *d*) eine ganz eigenartige, kaum bei Protozoën, bisher beobachtete. Nur bei Malaria ist von Laveran, Richard, Golgi, Celli, Marchiafava, Guarnieri u. A. etwas Aehnliches beschrieben (Corps cystiques spheriques Nr. 2 von Laveran; A. Celli und E. Guarnieri, Taf. III A, Fig. 19, 20), ohne dass der Zusammenhang der geisselbehafteten und Amöboidformen mit den sichelförmigen Körperchen gefunden ist. Auch die anderweiten Befunde stehen noch ohne Vermittelung neben einander.

Die Deutung dieser Befunde ist nach des Verfassers Ansicht eine ganz andere. Die von Danilewsky beschriebene Geisselform dürfte kaum als selbstständige zu betrachten sein. Bei rascher Abkühlung des Präparates (oder Sauerstoffmangel) entsteht nach ein bis zwei Minuten eine Bewegung in der Pseudovacuole; der Hämocyt berstet und es tritt ein kugeliges, 0·006

bis 0·012 Mikrom. grosses Cytozoon mit 4 bis 10 Geisseln und anhaftenden Plasmaresten aus. (Fig. 10.) Die Geisseln sind 20 bis 30 Mikrom. lang und bewegen sich lebhaft. Ein Kern ist deutlich nachweisbar. An Stelle der Geisseln können auch kürzere, dickere Pseudopodien und ein undulirender Mantel vorhanden sein. Ausstülpungen des Hyaloplasmas, Umbildung zu zwei vereinigten Kugeln, Abstossung der Geisseln und selbstständige Weiterbewegung der letzteren, Zerfall des Körpers zu 10 bis 15 Körnchen unter zuckender Bewegung und mit Zurücklassung eines leeren Sackes — alle diese Erscheinungen sind Zerfallsvorkommnisse, wie sie bei Infusorien und Gregarinen unter ähnlichen misslichen Umständen beobachtet werden.



Vergrösserung 1500/1. Bewegliche rothe Blutzellen aus einer Schleiereule von Weimar. 8. 9. 10. 11 der ausschlüpfende Polimitus von Danilewsky (L. Pfeiffer).

Ob noch weitere von Danilewsky im Vogelblut beobachtete Formgestalten, wie Spirochaeta oder Pseudospirilla (Filaments mobiles im Malariablut nach Laveran, aber von Celli und Guarnieri gar nicht erwähnt) und Trypanosomaformen in den Entwickelungsgang des Polimitus oder der sichelförmigen Körperchen gehören, ist deshalb gleich ungewiss.

Eine junge Eule mit viel Trypanosoma im Blut erkrankte acut; vier Tage lang fanden sich viel Polimitus im Blute in verschiedener Grösse und verschwanden mit der Genesung wieder. (Danilewsky.)

Jedenfalls würde durch näheres Studium der Danilewsky'schen neuen Funde auch die Malaria-Aetiologie nur gewinnen können.

4. Sichelförmige Körper in den Hämocyten bei Malaria.

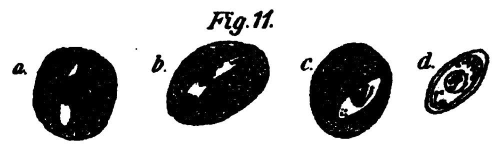
Sichelförmige Körperchen ganz ähnlicher Beschaffenheit, wie sie soeben beschrieben worden sind, kommen innerhalb der rothen Blutscheiben bei gewissen Malariaformen vor. Klinisch und ätiologisch sind die betreffenden Krankheitsformen noch nicht abgegrenzt.

Ausser diesen sichelförmigen Körperchen, welche Celli und Guarnieri beschrieben, kommt noch eine amöboide Formengruppe, und zwar viel häufiger, zur Ansicht. Die erste Gruppe kommt an manchen Malariaarten gar nicht vor und ist deshalb sogar ihre Existenz seit der Entdeckung (1881 durch Laveran) jahrelang geläugnet worden.

Möglich, dass es sich um zwei Formen von Malaria, oder um zwei verschiedene Parasiten handelt.

Celli und Guarnieri haben nach ihrer jüngsten Veröffentlichung beide Formenreihen zusammen gesehen, die sichelförmigen Körperchen aber nicht in den typischen Sommerfiebern, sondern nur ausnahmsweise bei der schweren Herbstmalaria und bei Malariacachexie. Vergleichende Untersuchungen aus tropischen Malariaorten, Berücksichtigung des Befundes im Knochenmark, in den Muskeln, Nieren, Endothelien u. s. w. stehen noch aus.[1]

Fig. 11.



Vergrösserung 1500/1. Frisches Malariablut.

Die vorstehenden Zeichnungen Fig. 11 *a—d* stammen aus dem Fingerblut eines Kaufmannes, der vor $^3/_4$ Jahren zuerst in Triest einen schweren Fieberanfall mit Erbrechen, Ohnmacht gehabt hat. Chinin ist in sehr grossen Mengen und nur mit geringer Unterbrechung seitdem gebraucht worden. Ein letzter Frostanfall hat Tags vorher, am 30./IX. 1889, zwei Stunden lang stattgehabt. Die Untersuchung ergiebt eine über den Rippenrand hinüberragende Milz, grosse Abmagerung und aschgraue Hautfärbung. Vor dem erneuten Gebrauch von Chinin ist ein Tröpfchen Blut aus einer Fingerspitze entnommen worden. Das erste Präparat zeigte in drei anscheinend wohl erhaltenen Hämocyten ganz charakteristische sichelförmige Körperchen; in zwei weiteren einen ovalen Fremdling von halber Blutkörperchengrösse. Zwei weitere freie sichelförmige Körperchen wurden noch in anderen Präparaten zwischen den Blutscheiben aufgefunden. Bewegungsvorgänge sind auf dem leider nicht erwärmten Objecttisch nicht zu sehen gewesen. — Durch Zusatz von Methylenblaulösung in Eiweiss an den Rand des Präparates erschien in dem sichelförmigen Körperchen ein die Farbe langsam aufnehmender Kern. — Am ungefärbten Präparat fiel der Fremdling durch seine bläulichweisse Färbung innerhalb der Blutscheibe auf. Eine Trennung des Zooides

[1] Vgl. Litteratur Nr. 32 und 47.

und des Parasiten war nicht zu erkennen. Andere bewegliche oder mit Geisseln behaftete Formen fehlten in den Präparaten. Das Bild der sichelförmigen Körperchen (Fig. 11 *a*, *b*) erinnerte lebhaft an die halbwüchsigen Formen der Haemogregarina cistudinis oder an die den Sarcosporidiencysten des Schafösophagus oder des Schweinemuskels entschlüpfenden sichelförmigen Gestalten.

Wie bei letzteren, nehmen auch hier die beiden Enden den Farbstoff besonders leicht auf. Einer der frei im Blute gefundenen Körper verflachte sich ganz in der Weise, wie zu sehen ist, wenn man Sarcosporidienkeime in Speichel bringt. Leider hat die Untersuchung mit dem gewärmten Mikroskop nicht ausgeführt werden können.

In ganz gleicher Weise, wie Danilewsky die Entwickelung seines Polimitus sanguinis avium in den rothen Blutscheiben, dessen Geburt und lebhafte Geisselbewegung beschreibt,. haben Laveran, Richard Marchiafava, Golgi, Osler, Celli und Guarnieri u. A. im Malariablute eine Geisselform gesehen. Es findet hier nach Celli und Guarnieri's jüngster Veröffentlichung ein directer Uebergang der spindeligen Formen zu den ovalen, von hier zu den runden mit centralen Pigmenthäufchen und von den runden zu den geisselntragenden statt. Nach lebhaften Bewegungen im centralen Protoplasma gehen von letzterem geisselartige Fortsätze aus, welche energisch oscilliren, um sodann bald stille zu stehen oder sich abzulösen. Verfasser kann nicht auf Grund eigener Beobachtungen angeben, wie weit die bei dem Vogelblut beschriebenen Zerfallsvorkommnisse auch hier sich abspielen.

Das merkwürdigste Phänomen in der Entwickelungsweise des Malariaparasiten, eine Art Knospenbildung der sichelförmigen Keime innerhalb der rothen Blutscheiben, wie es Celli und Guarnieri abbilden, hat Verfasser noch nicht gesehen. Es soll nach deren Beschreibung oft vorvorkommen und ist die directe Abschnürung von Guarnieri unter dem Deckglas beobachtet worden. An eine zweite nachfolgende Infection desselben Blutkörperchens, wie es bei Emys und Lacerta so oft vorkommt, ist der Abbildung nach nicht zu denken; die Deutung als Kunstproduct bei der Präparation ist nicht ausgeschlossen, da bei Sarcosporidienkeimen mit Essigsäure leicht Plasmatropfen austreten.

Jedenfalls steht diese Infection des Malariablutes mit sichelförmigen Körperchen der Infection des Blutes von Vögeln, von Lacerta und Emys sehr nahe.

Für Emys lutaria liegt ferner durch Danilewsky ein in sich so weit abgeschlossener Cyclus von Entwickelungsformen vor, als für die Gregarinen überhaupt, für Klossia, Eimeria nicht besser erforscht ist.

Auf diese sichelförmigen Körperchen im Malariablute ist Chinin ohne Einfluss; ihr Vorkommen hängt aber mit Malaria zusammen und hat eine grössere pathogene und diagnostische Bedeutung.

Aehnliche sichelförmige Keime sind im Blute des Menschen, ausser bei Malaria, noch nicht gesehen worden. Aehnliche sind gefunden in dem Exsudat der Pleurahöhle von Künstler und Pitres[1]. Die Körperchen sind mehr spindelförmig und haben ebenfalls ihren Ursprung in einfachen Cysten. Bei Coccidium perforans und Coccidium oviforme kommen in Leber und Darm an beiden Enden geknöpfte Sporen (die nach Balbiani nochmals in zwei nur einfach geknöpfte zerfallen) vor, die aber frei daselbst nicht gefunden werden. Bei Molluscum contagiosum fehlen sie. Sarcosporidiencysten sind beim Menschen noch nicht gefunden worden. Es wird sich sonach wohl um eine specifische Infection handeln, deren Zugehörigkeit zu einem oder mehreren klinischen Bildern der Malariaerkrankung noch zu untersuchen ist. Von Th. Smith in Washington ist ein Malariaparasit beim Texasfieber des Rindes aufgefunden worden.[1]

Nachtrag zu Bd. IV dieser Zeitschrift.

(S. 413 ff.)

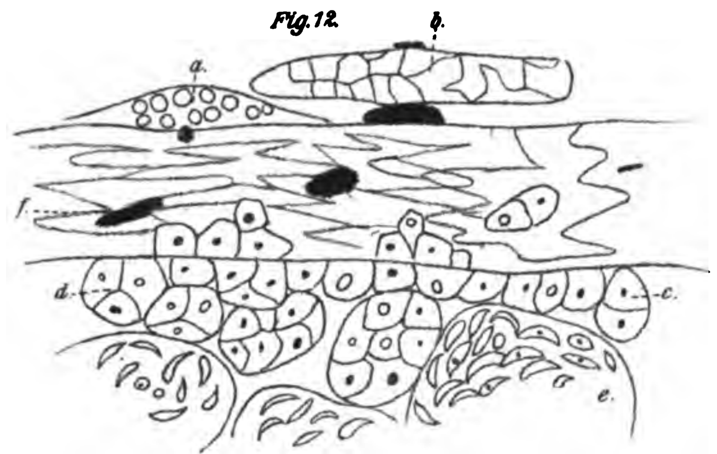
Zur Entwickelung der Sarcosporidiencysten.

Die daselbst beschriebene Beweglichkeit der sichelförmigen Keime lässt sich leicht experimentell herstellen, wenn frisches Material mit Speichel warm beobachtet wird. Aus den sichelförmigen Körpern werden direct amöboide Formen (Fig. 7 *b*, Bd. IV), welche zur sichelförmigen Gestalt zurückkehren können. Ob durch diese amöboiden Formen, oder ob durch kleinere Gebilde die Weiterinfection bedingt ist, ist noch nicht aufgeklärt.

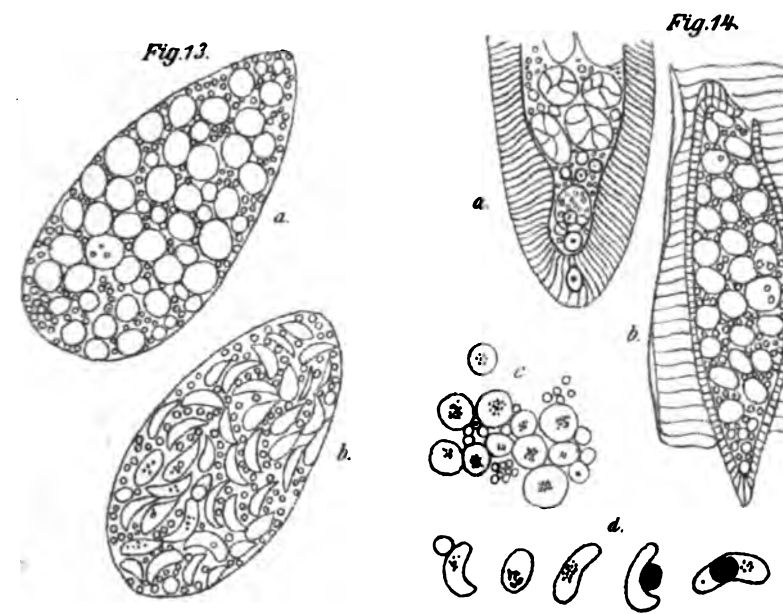
An Querschnitten durch Sarcosporidiencysten von Oesophagus, Peritoneum und Pericard des Schafes fällt auf, dass das Centrum der Cysten verödet, während am Rand ein Fortwachsen (bis zu Nussgrösse) statthat. Der Inhalt der centralwärts gelegenen Cysten besteht aus sichelförmigen Körperchen (Fig. 12 *b*); die am Cystenrand gelegenen haben einen Inhalt von runden Zellen (Fig. 12 *a*).

Ganz ähnliches Verhalten zeigt sich in den Muskelschläuchen beim Schaf und Schwein, besonders (nicht ausschliesslich) in den Enden des Schlauches.

[1] Siehe L. Pfeiffer, Die Protozoën als Krankheitserreger. Jena. G. Fischer. 1890.



Vergrösserung 1500/1. Querschnitt der Cysten aus einer Sarcosporidie des Schafösophagus, nach *d* und *e* hin das Centrum der Cyste gelegen. *a* Bindegewebe. *b* Muskelfibrille. Bei *c* ein- und zweikerniger Sporoblast. *d* mehr kerniger. *e* Sporoblast mit sichelförmigem Inhalt. *f* Muskelkern.



'ergrösserung 1500/1. Theilstücke aus ·iner Cyste des Schweinemuskels. *a* Mit unden, *b* mit weiter entwickelten sichelförmigen Körperchen.

Vergrösserung 1500/1. Muskelfibrillen des Schweines, allerjüngste Formen. *a* Mit jungen Sporoblasten in den Endstücken, *b* mit rund. Körperchen in einem einzigen Sporoblasten. *c* der Inhalt von *b*. *d* der Inhalt von *a*.

In Fig. 12 ist ein Theil eines Schnittes aus der Cystenwand vom Oesophagus des Schafes abgebildet. Bei Fig. 12*b* ist ein Sporoblast mit sichelförmigen Keimen ausgefüllt; bei Fig. 12*a* finden sich viele, noch runde Keime mit Kern. Je mehr nach der Peripherie zu, desto mehr nimmt die Zahl der runden Keime ab, und dicht am Rande fanden sich Kammern mit nur je 1 bis 2 Kernen (Fig. 12).

In Fig. 13 und 14 handelt es sich um den gleichen Befund in dem einen Ende eines intrafibrillären Schlauches vom Schwein.

In den Muskelfibrillen der Barbe, welche alljährlich in der Mosel massenhaft an der Psorospermienkrankheit absterben, finden sich die in Fig. 13 abgebildeten Sporoblasten zu grösseren Cysten vereinigt; aber auch in den langen Fibrillen der Bauchmuskeln rosenkranzartig aneinander gereiht, jeder Sporoblast als Individuum mit besonderer Cystenhaut eingekapselt.

Die Psorospermiencysten, bald solitär (Barbe), bald 10 bis 50, bald 100 und mehr Sporoblasten enthaltend, sind demnach aufzufassen als eine den Cellularschmarotzern eigenthümliche Mehrlingsinfection einer Zelle oder einer Zellgruppe. In Fig. 12 und 13 sind die am Rande der Wirthszelle noch vorhandenen kleineren Schmarotzer nicht durch eine den Gregarinen fremdartige endogene Theilung entstanden, sondern als ein im Wachsthum noch zurückgebliebener Infectionsrest aufzufassen. Ausführlicherer Bericht über diese Intracellularinfection folgt in der zusammenfassenden Arbeit des Verfassers über die Protozoën als Krankheitserreger (G. Fischer, Jena 1890).

Litteratur-Verzeichniss.

1. Balbiani, G., *Leçons sur les sporozoaires.* Paris 1884.

2. Derselbe, Les organismes unicellulaires. *Journal de micrographie.* 1882 ff.

3. Baruggi, C., Sulle critiche mosse al Plasmodium malariae. *Estratto dal giornale Riforma medica.* August 1886.

4. de Bary, A., *Vergleichende Morphologie und Biologie der Pilze, Mycetozoën und Bacterien.* Leipzig 1884.

5. Blanchard, R., Hématozoaire. *Dictionnaire encycl. des sciences méd. par Lereboulet.* 1886.

6. Bütschli, O., Protozoa. Bd. I von H. G. Bronu's *Classen und Ordnungen des Thierreichs.* I. Sarkodina und Sporozoa. 1880—1882. II. Mastigophora. 1883—1887. III. Infusoria. 1887—1889. Mit 80 Tafeln.

7. Cattaneo, A. und Monti, A., Differentialdiagnose zwischen den zerfallenden rothen Blutkörperchen und den Malariablutkörperchen. *Archivio per le scienze mediche.* Bd. XII. Nr. 6.

8. Celli, A., Dei protesti citofagi. *Estratto della Riforma medica.* Maggio 1889.

9. Celli, A., und Guarnieri, E., Sull' Etiologia dell' infezione malarica. *Atti della R. accademia med. di Roma.* 1888. Vol. IV. Serie II. Deutsch in: *Fortschritte der Medicin.* 1889. Nr. 14 u. 15. Mit 3 Tafeln.

10. Certes, A., Trypanosoma Balbiani. *Bullet. soc. zool. de France.* 1882. Vol. VII. p. 7.

11. Cohn, F., Ueber die Aetiologie der Malaria. *Schlesische Gesellschaft für vaterländische Cultur.* Juni 1887.

12. Councilman, Neuere Untersuchungen über Laveran's Organismen der Malaria. *Fortschritte der Medicin.* 1888. Nr. 12 u. 13.

13. Crookshank, Flagellated protozoa in the blood of diseased and apparently healthy animals. *Journ. of the royal microscop. society.* 1886. p. 913.

14. Czensinsky, Odessa, Zur Lehre über den Organismus des Malariafiebers. *Centralblatt für Bacteriologie.* 1888. Nr. 15.

15. Danilewsky, R., Die Hämatozoën der Kaltblüter. *Archiv für mikroskop. Anatomie.* 1885. Bd. XXIV.

16. Derselbe, Zur Pathologie des Blutes. *Biol. Centralbl.* 1885. Nr. 17. S. 529.

17. Derselbe, Observations sur une monade (Hexamitus) parasite du sang. *Arch. slaves de biologie.* 15./III. 1886.

18. Derselbe, Les hématozoaires des lézards. *Ebenda.* 15./III. 1886. p. 364 bis 396. Mit 2 Tafeln. (*Matériaux pour servir à la parasitologie du sang.* 15./III. 1886.)

19. **Derselbe**, Les cultures capillaires. *Arch. slaves de biologie.* Januar 1886.

20. **Derselbe**, Zur Frage über die Identität der pathogenen Blutparasiten des Menschen und der Hematozoën der gesunden Thiere. *Centralblatt für die medicin. Wissenschaften*, 1886 und *Archives slaves de biologie.* März 1887.

21. **Derselbe**, *La parasitologie comparée du sang.* St. Petersburg bei Karl Ricker. 1889. — I. *Nouvelles recherches sur les parasites du sang des oiseaux.* Mit 3 Tafeln. — II. *Recherches sur les hématozoaires des tortues.* Mit 2 Tafeln.

22. **Ferrand**, *Le paludisme à Madagascar.* Montpellier 1887.

23. **Fisch**, Untersuchungen über einige Flagellaten und verwandte Organismen. *Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie.* 1885. Bd. XLII.

24. **Flemming**, W., Die Cytozoën. *Biologisches Centralblatt.* 1885. S. 529.

25. **Gaule**, J, Ueber die Würmchen, welche aus Froschblutkörperchen auswandern. *Archiv für Anatomie und Physiologie.* 1880. S. 56—64.

26. **Derselbe**, Beobachtungen der farblosen Elemente des Froschblutes. *Ebenda.* 1880. S. 375. Tafel V.

27. **Derselbe**, *Ebenda.* 1880. S. 297. — *Centralblatt für medicinische Wissenschaften.* 1881. Nr. 31.

28. **Derselbe**, Ueber die Bedeutung der Cytozoën (Würmchen) zu den Zellkernen. *Biologisches Centralblatt.* 1886. Bd. VI. S. 345. Mit Tafel V.

29. **Gallemaerts**, Le microbe de la malaria. *Bull. de la soc. de microsc.* 1888. t. XIV n. II.

30. **Golgi**, Studi ulteriori sull' infezione malarica. *Archivio per le sc. mediche.* 1886. Bd. X. Nr. 4. — *Gazz. degli Ospitali.* 1886. Nr. 53. — Deutsch in: *Fortschritte der Medicin.* 1885. Nr. 24. 1888. Nr. 8. 1889. Nr. 3. S. 81.

31. **Derselbe**, Ueber den angeblichen Bacillus Malariae von **Klebs**, **Tommasi-Crudeli** und **Schiavuzzi**. *Beiträge zur pathol. Anatomie* von **Ziegler** und **Nauwerck**. 1888. Bd. IV. S. 419. — *Archivio per le scienze mediche.* 1889. Fasc. I.

32. **Grassi**, B., Intorno ad alcuni protisti endoparasitica (Flagellati, Lobosi, Sporozoi e Ciliati). *Atti della Soc. Ital. di scienze naturali.* 1882. Vol. XXIV. — Auch französisch: Sur quelques protistes endoparasites. *Arch. et. de Biol.* 1883. t. II. p. 402 und t. III. p. 23.

33. **Derselbe**, Morfologia e sistematica di alcuni protozoi parasiti. *Academia dei Lincei.* 8. Jan. 1888. Vol. IV. Fasc. I.

34. **Heidenreich**, L., *Klinische und mikroskopische Untersuchungen über den Parasiten des Rückfalltyphus.* Berlin 1877.

35. **Hoffmann**, *Untersuchungen über Spaltpilze im menschlichen Blut (bei perniciöser Anämie).* Berlin, Hirschwald. 1884. Taf. II. Fig. 14.

36. **Klebs**, Ed., *Allgemeine Pathologie.* Jena 1887. Bd. I.

37. **Koch**, R., Herpetomonas Lewissi im Hamster-, Affen- und Rattenblut. *Mittheilungen aus dem Kaiserl. Gesundheitsamt.* 1881. Bd. I. Th. 4. S. 9.

38. **Lancaster**, Ray, Undulina ranarum im Froschblut. *Quarterly journal of microsc. science.* 1871. t. XI. p. 387—389. — 1882. New series. t. LXXXV. p. 53.

39. **Laveran**, *Nature parasitaire des accidents de l'impaludisme etc.* Paris 1881.

40. **Derselbe**, *Traité des fièvres palustres.* 1884.

41. Derselbe, Des hématozoaires du paludisme. *Annales de l'Institut Pasteur.* 1887. p. 266. — Juli 1888.

42. Leuckart, *Die Parasiten des Menschen.* 2. Aufl. 1879—1889.

43. Lewis, Timothy Richard, *The microscopic organisms found in the blood of man and animals and their relations to disease.* Calcutta 1879. 8°. p. 91. — Französische Uebersetzung II. Aufl. 1882. *Les microphytes du sang etc.*

44. Derselbe, Flagellated organisms in the blood of healthy rats. *Quarterly journal of microsc. science.* 1879. p. 109—114.

45. *Ebenda.* July 1884. Further observations on flagellated organisms in the blood of animals.

46. Marchiafava, Il Plasmodium malariae etc. *Rendiconti dei Lincei.* Mai 1886. Vol. II. Serie I.

47. Marchiafava e Celli, Sulla infezione malarica. *Atti della R. Accadem. Med. di Roma.* 1886. 1887. 1888. — Deutsch in: *Fortschritte der Medicin.* 1885. Nr. 11 u. 24.

48. Dieselben, Sul rapporti fra le alterazione del sangue di cane introdotte etc. *Bull. della R. Accadem. Med. di Roma.* 1886—1887. Vol. III. 1887.

49. Dieselben, *Fortschritte der Medicin.* 1883. Nr. 18.

50. Dieselben, Blutveränderungen bei Malaria. *Atti della R. Academia dei Lincei.* 1884.

51. Dieselben, Studi ulteriori sulla infezione malarica. *Archivio per le scienze mediche.* 1886. Vol. X. Nr. 9.

52. Dieselben, Sull' intima struttura del Plasmodium malariae. *Riforma medica.* 1888. Nr. 208 u. 236.

53. Maurel, *Recherches microscopiques sur l'étiologie du paludisme.* Paris 1887.

54. Metrosanoff, Beiträge zur Kenntniss der Hematozoën. *Biolog. Centralblatt.*

55. Metschnikoff, Zur Lehre von den Malariakrankheiten. Ref. im *Centralblatt für Bacteriologie.* I. Bd. I. Nr. 21.

56. Mitchell, *On the cryptogamcus origni of malaria-fever.* Philadelphia 1849. *blatt.* 1883. Bd. III. S. 35.

57. Osler, W., An adress on the hematozoa of malaria. *British med. Journal.* 1887. p. 556.

58. Pfeiffer, L., Das Vorkommen der Marchiafava'schen Plasmodien im Blute von Vaccinirten und Scharlachkranken. *Diese Zeitschrift.* 1887. Bd. II.

59. Richard, Filaments mobiles de malaria. *Compt. rend.* 1882 und *Revue scientif.* 1883. p. 114.

60. Schiavuzzi, B., Ueber Malaria im Allgemeinen und besonders in Istrien. *Internationaler Congress für Hygiene in Wien.* 1887. — *Rendi conti della R. Academia dei Lincei.* Deceember 1886. Mai 1887.

61. von Sehlen, *Fortschritte der Medicin.* 1884. Bd.

62. Sacharoff, Untersuchungen über den Parasiten des Malariafiebers. *Centralblatt für Bacteriologie.* 1889. Nr. 12 u. 13.

63. Sternberg, G. M., The malaria germ of Laveran. *The med. Record.* 1886. Nr. 18.

64. Schelling, Weitere Mittheilungen über die Malaria in Kaiser Wilhelms Land. *Deutsche med. Wochenschrift.* 1889. Nr. 35 u. 36.

65. Schneider, Aime, Poitiers Contributions à l'étude des gregarines. *Arch. de zoologie experimentale et générale.* 1882. t. X.

66. Tommasi-Crudeli, Il plasmodium malariae di Marchiafava, Celli e Golgi. *Rendi conti della R. Academia dei Lincei.* 1886. Bd. II. p. 313.

67. Wallerstein, Ueber Drepanidium ranarum. Ray Lancaster. *Dissertation.* Bonn 1882.

68. Wittich, Spirillen des Blutes vom Hamster. *Centralblatt für medicinische Wissenschaften.* 1881. Nr. 4.

69. Ziehl, *Deutsche med. Wochenschrift.* 1882. Nr. 48.

Aphorismen über Wasserversorgung.[1]

II.

Einrichtung und Betrieb von Filteranlagen.

Von

C. Piefke,
Ingenieur der städtischen Wasserwerke zu Berlin.

(Hierzu Taf. VII—XI.)

Es wird keineswegs von mir beabsichtigt, im Folgenden eine Uebersicht aller etwa bemerkenswerthen Filter-Anlagen zu geben und die zahlreichen Unterschiede ihrer äusseren Erscheinung hervorzuheben. Vielfach verdanken die Modificationen der Formen ja ausschliesslich baulichen Rücksichten ihre Entstehung, und das constructive Moment glaubte ich hier nur so weit streifen zu dürfen, als es für das Verständniss unbedingt geboten ist. Für das von vornherein gesteckte Ziel, dem Hygieniker bei seiner Orientirung über Filterwerke eine Stütze zu bieten, schien es mir hinreichend, ja sogar förderlich, wenn ich mich darauf beschränke, in einigen typischen Gebilden das Wesentliche sowohl im Ganzen wie im Einzelnen und die Beziehungen der Theile zu einander klar zu stellen.

Indem ich nun das alte Berliner Wasserwerk vor dem Stralauer Thore zum Ausgangspunkt wähle und diesem dann die neueren Anlagen im Norden der Stadt am Tegeler See gegenüberstelle, folgen wir dem Gange der Erfahrungen und gelangen zugleich zu einem Ueberblick über die Entwickelung der Sandfiltration innerhalb der letzten 30 Jahre. Was zur Vervollständigung dieses Bildes noch hinzuzufügen ist, wird an passender Stelle erwähnt werden.

---

[1] *Diese Zeitschrift.* Bd. VII. S. 115.

Tafel VII führt den Situationsplan des Werkes vor dem Stralauer Thore vor Augen. Wir bemerken am Ufer der Spree zwei Schöpfstellen, die eine bei *a*, die andere später hinzugefügte bei *b*. Von *a* aus fliesst das Wasser durch natürliches Gefälle in einem tiefliegenden Canal *c* nach der Pumpstation I, während die Saugeröhren *s* der in Station II aufgestellten Schöpfpumpen direct bis an die Saugekammer bei *b* herangeführt sind.

Das von beiden Hebewerken geschöpfte Wasser gelangt darauf in eine gemeinschaftliche Rohrleitung *ll*, welche mit allen Filtern in Verbindung steht. Da es nicht möglich ist, den Gang der Pumpen so zu reguliren, dass sie genau ebensoviel Wasser bringen wie von den Filtern abfliesst, sondern da bald ein Ueberschuss, bald ein Manco von gefördertem Wasser sich ergiebt, so mündet das Ende der Rohrleitung *ll* in ein geräumiges, höher als die Filter gelegenes Bassin *V*, wo die Ausgleichung der Wassermassen stattfindet. Dort sammelt sich der von den Pumpen herbeigeschaffte Ueberschuss als Vorrath an und kann zu den Zeiten, wo die Pumpwerke ausser Thätigkeit sind oder schwach arbeiten, in die Filterbassins herabgelassen werden. Von dieser Function hat das Reservoir *V* die Bezeichnung „Ausgleichsreservoir" erhalten. Es hat einen Fassungsraum von 11000 cbm und stellt nebst den 4 offenen Filtern Nr. 1 bis 4 den ältesten Theil der Anlage dar. Anfänglich betrug nämlich die Förderung nur wenige Tausend Cubikmeter; das Wasser konnte im Ausgleichsreservoir einen langen Aufenthalt nehmen und dabei einen erheblichen Theil der suspendirten Stoffe absetzen. Das Reservoir *V* diente also zugleich als Ablagerungsbassin. Mit der Zeit hat es diesen Charakter mehr und mehr eingebüsst, nachdem die täglich zu liefernden Wassermengen seine Capacität weit überstiegen haben.

Die Filterfläche des successive erweiterten Werkes beträgt seit dem Jahre 1873 37067 qm und ist in 11 von einander unabhängige Abtheilungen oder Bassins zerlegt. Jedes Bassin kann nach Belieben aus- oder eingeschaltet werden, desgleichen ist seine Leistung willkürlich variabel. Die Maximalleistung der gesammten Filteranlage ist pro 24 Stunden auf 60000 cbm normirt, doch mussten an einzelnen Tagen schon 70000, ja sogar 80000 cbm Wasser filtrirt werden. Drei Filterbassins (Nr. IX bis XI) von zusammen 9000 qm Fläche sind frostsicher überdeckt, um der Gefahr vorzubeugen, dass die Filtration bei strenger Kälte ganz zum Erliegen komme. In der Regel sinkt im Winter die Wasserförderung bis auf 30000 cbm herab.

Als Sammelstelle des filtrirten Wassers dient das ausgemauerte Reservoir *R*, welches auf dem Situationsplan Tafel VII unter der Bezeichnung „Reinwasserreservoir" markirt ist. Dasselbe steht mit sämmtlichen

Filtern durch die punktirt gezeichnete Rohrleitung *mm* in Verbindung und bildet mit ihnen ein System communicirender Gefässe. Durch Senkung des Wasserspiegels in dem einen Gefässe, im Reinwasserbassin, unter das constante Niveau in den übrigen, den Filtern, wird für letztere die nöthige Betriebskraft gewonnen. Der gesammte Fassungsraum des Reinwasserbassins beträgt bei vollständiger Füllung nur 2200 ^{cbm}.

Ein sehr wichtiges Glied einer Filteranlage ist die Sandwäsche; sie befindet sich auf dem vorgelegten Plane in dem einspringenden Terrainwinkel zwischen den Filtern Nr. VI bis IX. Ihre Aufgabe ist nicht allein, das angekaufte Filtrirmaterial vor seiner Verwendung auszuwaschen, sondern besteht vor Allem darin, den aus den Filtern beim Reinigen herausgenommenen, verschmutzten Sand wieder zu säubern und für die Filtration von Neuem brauchbar zu machen. Das Filtrirmaterial, der Sand, befindet sich in beständiger Circulation, und die Sandwäsche hat dieselbe so zu vermitteln, dass auch bei schärfstem Betriebe keine Stockungen eintreten können. Von verhältnissmässig untergeordneter Bedeutung sind die Veranstaltungen zur Reinigung der Schmutzwässer, welche von der Sandwäsche abfliessen und nicht direct in den zu Gebote stehenden Flusslauf abgelassen werden dürfen.

Eine complete Filteranlage besteht also, wie wir soeben gesehen haben, aus einer Anzahl durchaus verschiedenartiger Glieder. Nachdem wir dieselben namhaft gemacht und auf ihren Zusammenhang hingewiesen haben, wollen wir sie der Reihe nach etwas eingehender betrachten, wobei uns die in Abschnitt I aufgestellten Grundsätze den erwünschten kritischen Maassstab darbieten werden.

a) Die Saugekammer (siehe Tafel VIII) ist ein sehr einfaches Bauwerk. An der Stelle, wo das Wasser dem Flusse entnommen werden soll, ist das Flussbett durch Ausbaggerung vertieft und am Ufer eine solide Schälungsmauer emporgeführt. Hinter dieser befindet sich ein wasserdicht ausgemauerter, kammerförmiger Raum, in welchen die von den Filterpumpen ausgehenden Sageröhren einmünden. Durch zwei grosse Oeffnungen in der Schälungsmauer tritt das Wasser aus dem Strome in die Kammer und ergänzt sich darin nach Maassgabe des Pumpenbetriebes. Da das Wasser mancherlei gröbere Verunreinigungen mit sich führt und diese dem exacten Spiele der Pumpenventile nachtheilig werden können, so ist Vorsorge zu treffen, dass sie nicht in die Saugeröhren gelangen. Körper grösseren Kalibers hält ein aus Eisenstäben gebildetes Gitter vor den beiden Einläufen der Kammer ab; um kleinere Schwimmstoffe fernzuhalten, ist quer über die ganze Saugekammer ein aus Kupferdraht geflochtenes Sieb *a* (Taf. VIII. Figg. 2 und 5) mit Maschen von 10 ^{mm} Weite ge-

spannt; durch dasselbe muss alles Wasser fliessen, bevor es zu den Saugeröhren gelangt. Das Sieb muss öfters durch Abbürsten gereinigt werden.

Die Saugeröhren sind an den Enden rechtwinklig umgebogen und tauchen mit dem nach unten gerichteten Schenkel so tief unter Wasser, dass sie auch bei niedrigstem Stande desselben nicht völlig entblösst werden. Wo sie in den horizontalen, nach den Pumpen führenden Strang übergehen, sind Rückschlagklappen *b* (Taf. VIII. Figg. 2 und 5) eingesetzt, um das Leerlaufen beim Stillstande der Pumpen zu verhindern, denn das Füllen der 120 m langen und 0·76 m weiten Rohrstränge ist sehr zeitraubend und kann unmöglich nach jeder Betriebspause wiederholt werden. Um zu den Klappen und Sieben jeder Zeit schnell gelangen zu können, ist die Saugekammer nicht überwölbt, sondern nur mit Platten, die sich leicht abheben lassen, bedeckt. Im Winter muss freilich auf den Plattenbelag noch eine Schicht, bestehend aus einem die Wärme schlecht leitenden Material wie Heu oder Stroh, gebreitet werden, da die Bildung von Eis in der Saugekammer durchaus verhütet werden muss. Diese Vorsichtsmassregel ist jedoch nicht störend; unter der den Strom bedeckenden Eisschicht lagert das Wasser gewöhnlich so vorzüglich ab, dass es fast gar keine Schwimmstoffe mehr mit sich führt, welche die Siebe verlegen oder deren Freilegung nöthig machen würden.

b) Die Filterpumpen. Diese schaffen das unreine Wasser aus der Saugekammer nach den Filtern resp. Vorrathsbassins und interessiren uns hier nur insofern, als die Besonderheit ihrer Aufgabe auf ihren Bau von Einfluss ist.

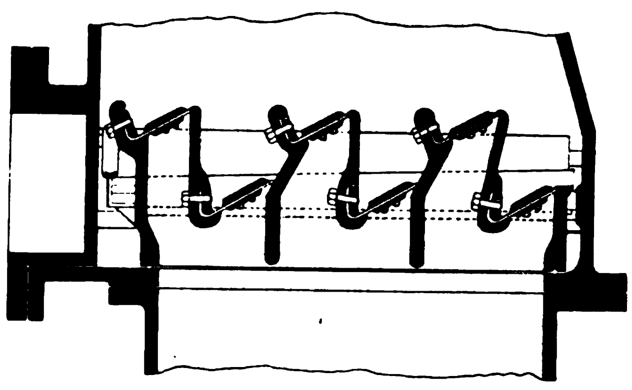


Fig. 1.

Obgleich das Wasser vor Ankunft an den Fussenden der Saugeröhren die quer über die Saugekammer gespannten Siebe passirt hat, bringt es doch mancherlei gröbere Verunreinigungen mit; es kommt auch bisweilen

vor, dass ein Sieb eine Verletzung erleidet oder in seinem Rahmen nicht accurat sitzt und eine Spalte frei lässt, durch welche viel grössere Körper als durch die Maschen des Siebes hindurch zu dringen vermögen. Sind diese aber einmal angesaugt, so müssen sie ihren Weg durch die Pumpen auch ungehindert fortsetzen können und überall hinlänglich weite Durchtrittsöffnungen antreffen. Deshalb dürfen keine Ventile von geringer Hubhöhe, sondern nur solche gewählt werden, die bei ihrer Eröffnung einen

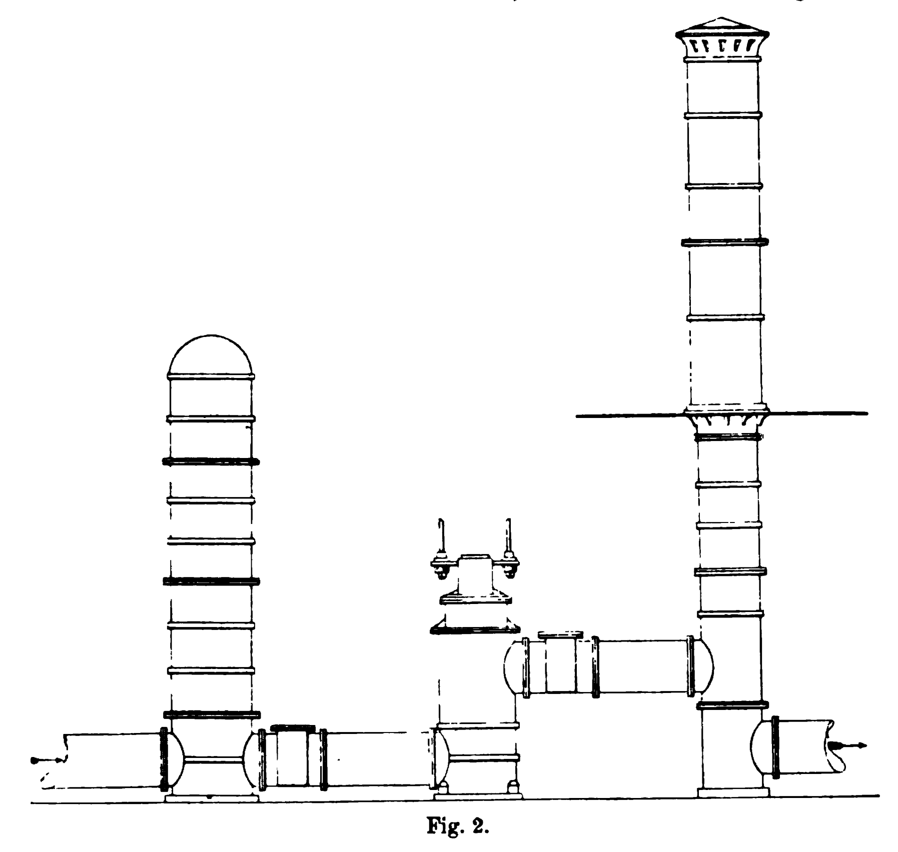


Fig. 2.

owohl nach Höhe wie Breite genügenden Querschnitt freilegen. Gewöhnich wählt man Klappenventile, deren Construction im Allgemeinen nach ebenstehender Skizze (Fig. 1) ausgeführt wird.

Die Filterpumpen erhalten am besten ihren Platz in der Nähe der augekammer angewiesen. Verbieten irgend welche Umstände ein solches rrangement oder erscheint ein anderes vortheilhafter, so ist es gerathen, bermässig lange Saugestränge zu vermeiden oder sich wenigstens mit em Windkessel darnach einzurichten. Bei Schluss der Saugeventile nach

jedesmaligem Hubwechsel kommt nämlich die gewaltige, durch das Saugen in Bewegung versetzte Wassersäule im Saugestrange nicht sofort zur Ruhe und würde durch ihren Anprall, da der Wasserstoss durchaus unelastisch ist, den Pumpenkörper und die Röhren gefährden. Das sucht man zu verhüten durch Anbringung eines Saugewindkessels vor der Pumpe; durch die in denselben eingeschlossene Luft wird der Stoss in einen elastischen d. h. unschädlichen verwandelt. Es kann nicht genug betont werden, dass der Saugewindkessel nur dann gut functionirt, wenn sein Inhalt im Verhältniss zum Pumpenvolumen recht gross ist. Englische Ausführungen zeichnen sich in dieser Beziehung sehr vortheilhaft aus. Die von Simpson in London construirten Filterpumpen der 1867 auf dem Stralauer Wasserwerke errichteten Maschinenanlage der Abtheilung II haben bei 120 m Länge des Saugerohres je einen Windkessel, der das Siebenfache einer Pumpenfüllung fasst.

Die Filterpumpen haben das Flusswasser auf eine Höhe zu heben, welche gleich ist dem Niveauunterschied zwischen dem augenblicklichen Wasserstande im Flusse und dem Wasserspiegel im Vorrathsreservoir oder, wenn dieses fehlt, der Ueberlaufskante in den Filterbassins. Gewöhnlich beträgt er wenige Meter; beim Stralauer Werke kommen Differenzen von 5 bis 6 m vor. Die von den Filterpumpen fortgeschobene Wassersäule bewegt sich also in einer horizontalen Rohrleitung ohne nennenswerthen Gegendruck fort; es ist unter diesen Umständen immer zu befürchten, dass sie vermöge der ihr ertheilten Beschleunigung, besonders bei schärferem Betriebe, von dem Kolben der Pumpe abreisse und beim Rückprall heftige Schläge verursache. Die Continuität der Wassersäule zu sichern, steht unmittelbar hinter der Filterpumpe ein sogenanntes Standrohr (s. Fig. 2), ein aufrecht stehendes, oben offenes und ziemlich weites Rohr, das sich mindestens bis zu einer den Widerständen in der Rohrleitung entsprechenden Höhe mit Wasser füllt. Aus dessen Vorrath würde im Falle eines Abreissens der Wassersäule die Lücke sofort wieder ergänzt werden.

Was die Kraftübertragung auf die Filterpumpen anbetrifft, so begegnet man vielfach der Anordnung, dass sie an dieselben Maschinen, welche die Hochdruckpumpen betreiben, angehängt sind. Das ist insofern lästig, als dadurch die Speisung der Filter mehr oder weniger in Abhängigkeit geräth von dem Gange der Wasserförderung nach den Verbrauchsstellen. Man zieht es daher vor, die Filterpumpen entweder sämmtlich oder mindestens zum Theil zu einer besonderen, für sich bestehenden Maschinenanlage zusammenzufassen, und da wenig belastete und langsam gehende Kolbenpumpen ökonomisch sehr unvortheilhaft arbeiten, so finden die in neuerer Zeit erheblich verbesserten Centrifugalpumpen mehr und mehr Verbreitung. Sie verlangen jedoch sorgfältigen

Schutz gegen das Eindringen gröberer Verunreinigungen. Durch Anbringung von Dampfejectoren, welche die in der Pumpe sich etwa sammelnde Luft vor dem Anlassen und während des Ganges jeder Zeit mit Leichtigkeit zu entfernen gestattet, hat man eine ihrer Einführung früher sehr im Wege gewesene Schwierigkeit überwinden gelernt.

c) Das Sandfilter. Als Hauptbestandtheile desselben treten hervor: 1. das Bassin zur Aufnahme des ungereinigten Wassers, 2. der filtrirende Schichtencomplex und 3. die zur Regulirung des Filtrationsprocesses erforderliche Ausrüstung oder Armatur. Wir benutzen bei der Erläuterung Taf. IX, welche das Filter Nr. V in verschiedenen Schnitten und mit allen Details zeigt.

Bei der Herstellung eines Filterbassins kommt es hauptsächlich auf Stabilität der Umfassungswände und vollkommen dichten Abschluss gegen Wasserverluste an. Die nöthige Widerstandsfähigkeit der Mauern gegen

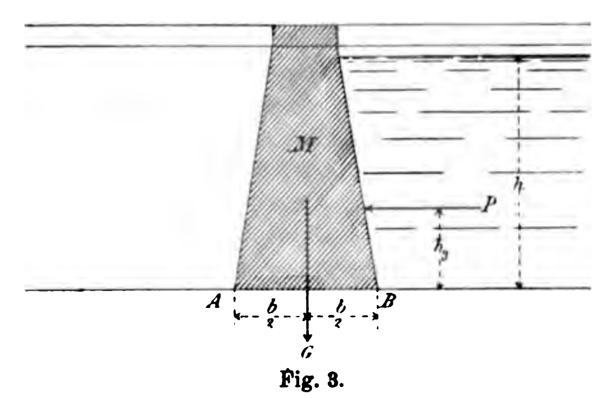


Fig. 3.

Erd- resp. Wasserdruck zu erzielen, ist specifisch Aufgabe des Bau-Ingenieurs, und die statischen Methoden, die er dabei zu Hülfe nimmt, sind für uns nebensächlich. Nur auf einige, für Jedermann leicht verständliche Punkte will ich wegen der principiellen Bedeutung, die sie unter Umständen erlangen können, hinweisen. Es sei in Fig. 3 M eine Scheidewand, welche zwei benachbarte Bassins von einander trennt; das eine Bassin sei leer, das andere bis nahe an die Oberkante mit Wasser gefüllt, so unterliegt die Mauer einem Wasserdruck P, dessen Angriffspunkt in $^1/_3$ der Höhe über der Sohle liegt und dessen Moment $P.h/_3$ die Mauer um die Kante A aufzukippen bestrebt ist. Dem Moment $P.h/_3$ wirkt entgegen das Drehmoment der Schwerkraft G der Scheidewand, welches gleich ist dem Producte $G.b/_2$, wenn b die Breite der Mauer an der Basis bedeutet. Das Gleichgewicht der Mauer ist gesichert, so bald $G.b/_2$ mindestens $= P.h/_3$ ist. Je mehr das Moment $G.b/_2$ das andere ($P.h/_3$) an Grösse überwiegt, desto

stabiler wird die Mauer. Die Vergrösserung des Momentes $G.b/_2$ lässt sich ohne Mehraufwand von Material dadurch bewirken, dass man den Fuss der Mauer stark verbreitert und dafür die oberen Partien, soweit es andere Rücksichten gestatten, verjüngt. Die Mauer erhält in Folge dessen einen trapezförmigen Querschnitt oder, wie man es in der Praxis ausdrückt, eine Dossirung.

In dem Ausdruck $P.h/_3$ für das Moment des Wasserdruckes bedeutet der Factor P eine Grösse, die von dem Flächeninhalt der Scheidemauer, also auch von deren Höhe abhängig ist. Das Moment des Wasserdruckes wächst demnach proportional mit dem Quadrate der Grösse h, und folglich sind zur Einfassung tiefer Bassins ganz unvergleichlich grössere Massen Mauerwerks erforderlich als zur Umgrenzung flacher. Wie bedeutenden Dimensionen wir in der Praxis begegnen, sehen wir z. B. an der in solidem Bruchsteinmauerwerk ausgeführten Scheidewand zwischen den Filtern V und VI des Situationsplanes (Taf. VII); dieselbe ist bei $2 \cdot 75^{m}$ Höhe oben $0 \cdot 69^{m}$, unten aber $1 \cdot 53^{m}$ dick. Neben der Beschränkung der Tiefe trägt zur Materialersparniss beim Bau eines Bassins nicht unwesentlich die Form bei, die man für den Grundriss wählt. Am meisten empfiehlt sich das Quadrat, weil dasselbe unter allen Rechtecken von gleichem Flächeninhalt den kleinsten Umfang besitzt. Das Bestreben ist daher beim Bau darauf gerichtet, die quadratische Grundform inne zu halten oder ihr möglichst nahe zu kommen. (Siehe die Bassins V, VI, VII und VIII des Situationsplanes Taf. VII.)

Die Aussicht auf Materialersparniss verlockt jedoch leicht dazu, die einzelnen Bassins übermässig gross anzulegen. Wir können z. B. vier quadratische Bassins von je 40^{m} Seitenlänge zu einem einzigen von 80^{m} Seite vereinigen und erzielen dadurch den Umschluss einer Fläche von $4.40^{2} = 6400^{qm}$ Grösse durch eine Mauer von $4.80 = 320^{m}$ Gesammtlänge, während im ersten Falle (bei der Theilung derselben Fläche in vier Bassins) das Doppelte, nämlich $4.4.40 = 640^{m}$ dazu erforderlich ist. Die angemessene Grenze zieht in dieser Beziehung der Betrieb; für ihn sind Bassins von mehr als 2000 bis 3000^{qm} Flächengrösse durchaus unbequem. Die nähere Begründung wird weiter unten folgen. Es ist aber begreiflich — und darauf sollte hier hingewiesen werden — dass Bauunternehmer geneigt sind, grösseren Bassins vor kleineren den Vorzug zu geben.

Als Material für die Umfassungs- resp. Scheidemauern verwendet man meist Ziegel oder Bruchsteine. Dieselben müssen besonders in der oberen Zone, wo sie bald mit Luft, bald mit Wasser oder Eis in Berührung kommen, der Verwitterung gut widerstehen. Nach hier vorliegenden Erfahrungen bewähren sich hart gebrannte, dichte Ziegel besser als Bruchsteine. Die aus Kalksteinen (aus der Muschelkalkformation von Rüdersdorf bei Berlin) aufgeführten Mauern der offenen Filter des Werkes vor

dem Stralauer Thor haben seit ihrem dreissigjährigen Bestehen wiederholt umfassenden Reparaturen unterworfen werden müssen. Ferner lässt sich ein Mauerwerk aus Ziegeln accurater und dichter herstellen als aus den weniger regelmässig gestalteten Bruchsteinen. Bei diesen ist nicht zu vermeiden, dass die Fugen zum Theil sehr weit ausfallen, was in Anbetracht der Eigenschaften des unbedingt zu verwendenden hydraulischen Mörtels oder Cementes nachtheilig ist.

Die Sohle des Bassins, auf welcher die Filtrirmaterialien ausgebreitet werden, wird gewöhnlich durch eine starke Betonschicht gebildet (siehe Fig. 2, Taf. IX). Man giebt ihr gegen die Mittellinie oder überhaupt gegen die Richtung, in welcher man den Sammelcanal für das filtrirte Wasser durch das Bassin hindurchlegen will, eine schwache Neigung und glättet ihre Oberfläche sorgfältig ab, damit das Wasser beim Abfliessen nach dem tiefsten Punkte unnöthig nicht gehemmt werde. Häufig wird die Betonschicht noch als Fundament für die Umfassungsmauern benutzt; da diese aber auf einer vollständig ebenen und horizontalen Fläche durch den Erd- resp. Wasserdruck fortgeschoben werden könnten, so gestaltet man die Sohle nicht genau tafelförmig, sondern giebt ihr an den Rändern einen Falz, in den die Mauern eingelassen werden (s. Fig. 4).

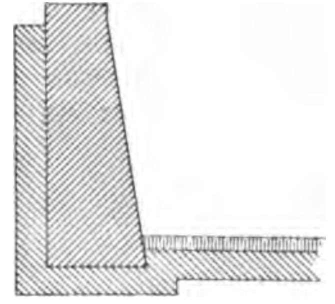


Fig. 4.

Die Sohle hat nicht allein die Filtrirmaterialien zu tragen, sondern soll auch das Bassin nach unten wasserdicht abschliessen, damit das filtrirte Wasser keine Gelegenheit finde, in den Untergrund zu entweichen. Eine einfache Betonschicht genügt dieser Anforderung sehr selten; ihre Undichtheiten sind in der Regel ziemlich bedeutend. Man unterlegt sie deshalb noch mit einer dicken Thonschicht, und da auch das Mauerwerk für Wasser nicht ganz undurchdringlich ist und überdies durch ungleichmässiges Setzen Risse bekommen kann, so führt man den Thonschlag zweckmässig auch hinter diesem empor. Das ganze Bassin steckt alsdann gewissermassen in einem aus Thon gebildeten Sack, der in der That bei guter Ausführung keinen Tropfen Wasser hindurchlässt. Man begreift, wie wichtig es ist, dass der Thonschlag in sorgfältiger Weise hergestellt werde. Da Sachkenntniss dazu unentbehrlich ist und gewissenhafte Aufsicht geübt werden muss, sind vielleicht einige Angaben erwünscht, worauf man sein Augenmerk zu lenken hat. Erstlich eignet sich für solche Arbeiten nur fetter Thon. Nachdem derselbe entweder auf mechanischem Wege durch einen Thonschneider oder in dessen Ermangelung durch Arbeiter

mit den Füssen zerknetet worden, so dass er eine homogene Masse ohne Knoten bildet, wird er in einzelnen Lagen von 8 bis 10 cm Dicke eingebracht, und jede Lage für sich so lange mit hölzernen Rammen gestampft, bis sämmtliche Fugen verschwunden sind. Die Zahl der Lagen hängt von der Gesammtstärke des Thonschlages ab; ist diese z. B. 32 cm, so empfehlen sich vier Lagen, bei deren Fortsetzung man immer eine Abstufung nach Fig. 5 zu beobachten pflegt. Die Lagen würden sich schlecht unter einander zu einem Ganzen verbinden, wenn viel Staub oder Sand darauf gelangte. Deshalb dürfen die Stampfer nur möglichst wenig ihren Platz verlassen. Der Thon selbst darf beim Einbringen nicht zu weich sein und muss für den Fall, dass er zu trocken wird, mit einer Brause genässt werden, damit sich etwa entstandene Sprünge wieder schliessen.

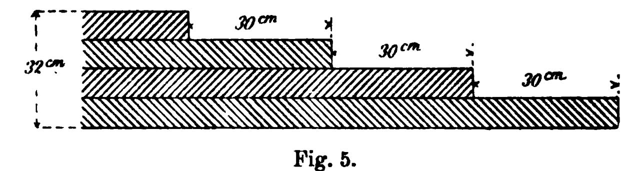


Fig. 5.

An Stellen, wo Mauerwerk auf dem Thonschlag ruht, muss man ihm die Eigenschaften eines Fundamentes geben, d. h. ihn so herstellen, dass er unter einer Last nicht nachgiebt. Man rammt an solchen Stellen angefeuchtete Granitbrocken oder Ziegelstückchen (zerschlagene Klinker) in Grösse von 3 bis 4 cm mit Handrammen in die einzelnen Thonlagen hinein, muss aber dafür sorgen, dass sich keine Nester bilden, wo sich viele Gesteinsstücke ohne genügende Ausfüllung ihrer Zwischenräume mit Thon übereinander häufen, weil dadurch sowohl die Dichtigkeit wie die Solidität des Bauwerks beeinträchtigt würden.

Ein Theil der Filterbassins des Wasserwerkes vor dem Stralauer Thore (nämlich die Filter Nr. IX, X und XI des Situationsplanes Taf. VII) ist zum Schutze gegen den Frost überdeckt. Die Decke wird getragen von mehreren Reihen gemauerter Pfeiler, die in den Schnittpunkten zweier Systeme äquidistanter und sich rechtwinklig kreuzender Linien ihren Platz angewiesen erhalten haben. Je vier Pfeiler zweier benachbarter Reihen umschliessen im Grundriss ein Quadrat, über welches eine sogenannte böhmische Kappe gespannt ist. Das aus einer grossen Anzahl solcher Kappen zusammengesetzte Gewölbe gewährt an sich noch keine Sicherheit vor dem Frost. Dazu bedarf es noch der darüber ausgebreiteten, als Isolator dienenden Erdschicht. Streng genommen müsste dieselbe so dick sein, wie die Tiefe beträgt, bis zu welcher der Frost in den Erdboden eindringt. Indessen scheinen die Wassermassen, obschon ihr Wärmevorrath gering ist, die Temperatur hinlänglich zu reguliren, so dass die Is-

lirende Schicht schon bei geringerer Dicke ihre Schuldigkeit thut. Sie würde aber ihren Charakter als schlechter Wärmeleiter einbüssen, wenn man vergässe, für genügenden Abzug des Regenwassers zu sorgen, wenn also ihr Porenvolumen sich mit Wasser anfüllte. Der Abwässerung ist daher in ausreichendem Maasse Rechnung zu tragen. Am bequemsten ist es, das auf jeder Kappe sich ansammelnde Wasser durch Oeffnungen der ihr zugehörigen Gurtbögen direct in das Filter abtropfen zu lassen. Im Scheitelpunkte der Kappe ist behufs Belichtung des von ihr überdeckten Quadrates ein kleiner Lichtschacht angelegt (Fig. 6, Taf. IX); oft ist derselbe nach unten erweitert, um den Lichtkegel weiter auszubreiten. Im Ganzen ist jedoch dieser Einrichtung keine erhebliche Bedeutung beizulegen, man kann alle im Filter etwa vorzunehmenden Arbeiten mindestens ebenso gut bei Lampenschein wie bei dem spärlichen Tageslichte verrichten. Ja, es ist vielleicht besser, die Lichtschächte wegzulassen, da die zu ihrem Verschlusse aufgelegten Glasplatten als diathermane Körper Wärmeverluste durch Ausstrahlung herbeiführen. In strengen Wintern sind diese deutlich zu spüren, und die Ueberdeckung der Glasplatten mit Holzdeckeln wird nothwendig.

Die das Gewölbe tragenden Pfeiler müssen so hoch aufgeführt werden, dass zwischen Sandoberfläche und Gurtbögen noch genügend Höhe für einen aufrecht gehenden Arbeiter übrig bleibt; die Bauhöhe fällt daher bei bedeckten Filtern grösser als bei offenen aus.

Um ohne Umständlichkeiten in das bedeckte Filter gelangen zu können und die Sandmassen heraus- oder hineinzuschaffen, ist ein sogenannter Karrgang angelegt, dessen Construction wir hier übergehen.

Hinsichtlich der sonstigen Einrichtungen herrscht zwischen bedeckten und offenen Filterbassins kein Unterschied.

Auf der Sohle des nach vorstehenden Regeln ausgeführten Bassins werden die Filtrirmaterialien in Gestalt horizontaler Schichten von gleichmässiger Dicke ausgebreitet. Ihr Aufbau gliedert sich in drei Gruppen: zu oberst liegt der Sand, das Filtrirmaterial in engerem Sinne, darunter folgen die Uebergangsschichten und unter diesen, direct auf der Sohle lagernd, die Packung. Das Verhältniss dieser Schichten nach ihrer Dicke erhellt aus folgender Zusammenstellung:

feiner scharfer Sand . .	22″ engl.	= 559 mm,
grober Sand	2″ „	= 51 „
feiner Kies	6″ „	= 152 „
mittlerer Kies	5″ „	= 127 „
grober Kies	3″ „	= 76 „
kleine Feldsteine	4″ „	= 102 „
grosse Feldsteine	12″ „	= 305 „
zusammen	54″ engl.	= 1372 mm.

Eine übereinstimmende Schichtung findet sich bei vielen Filteranlagen; bisweilen begegnen wir allerdings grösseren Abweichungen und namentlich einer erheblichen Verstärkung der Sandschichten, worüber erschöpfende Mittheilungen in dem bekannten Werke von Kirkwood enthalten sind, welchem ich die beiden folgenden Beispiele entnehme.

South Wark & Vauxhall Waterworks, London.

scharfer Flusssand	36″ engl.,
feiner Kies	12″ „
gesiebter Kies	9″ „
grober Kies	9″ „
ganz grober Kies (Packung) . .	12″ „
zusammen	78″ engl.

Grand Junction Waterworks, London.

Harwich-Sand	3—4′ engl.,
feiner Kies	1′ „
fein gesiebter Kies	9″ „
roh gesiebter Kies	9″ „
grober Kies (Packung) . . .	1′ „
zusammen	78 bis 90″ engl.

Nach den Ausführungen des Abschnittes I ist nicht zu erwarten, dass eine Sandschicht von 3—4′ Dicke um vieles besser arbeite als eine nur halb so starke. Wir legen auf diesen Punkt kein grosses Gewicht und halten die in Berlin getroffene Anordnung für eine im Allgemeinen zweckentsprechende. Wichtig aber ist, darauf zu achten, dass der Sand scharf sei, weil durch beigemischte sehr feine und lettige Bestandtheile seine Durchlässigkeit zu sehr beeinträchtigt wird. Man thut daher gut, ihn vor der Verwendung als Filtrirmaterial auszuwaschen.

Die Uebergangsschichten haben an der Reinigung des Wassers keinen directen Antheil, sie sollen dieses nur in eine aus grobporigem Material gebildete Zone (die Packung) überführen, wo es sich mit Leichtigkeit nach Sammelstellen fortbewegen kann, ohne dass Sand mit fortgespült werde. Für den feinen Sand ist der grobe, für diesen der feine Kies, für letzteren der grobe Kies unpassirbar, und so bleibt alles trotz der constanten und und oft modificirten Wasserbewegung auf der ihm angewiesenen Stelle liegen. Die Bemessung der Uebergangsschichten richtet sich nach rein empirischen Gesichtspunkten; im Allgemeinen geht man darin viel weiter als nöthig wäre.

Während durch Sand und Kies das Wasser vertical hindurchzieht, bewegt es sich in der Packung in horizontaler Richtung nach einem auf der Sohle des Bassins irgendwie placirten Sammler. Als solcher dient bei den Filtern des Stralauer Werkes ein über der Sohle aufgemauerter Canal, der sich über die ganze Länge des Bassins von einer Stirnmauer bis zur gegenüberliegenden erstreckt (s. Taf. IX, Fig. 1). Der Canal ist oben durch ein wasserdichtes, halbkreisförmiges Gewölbe geschlossen; seine Höhe und Breite sind einander gleich und so bemessen, dass der Querschnitt ein Rohr von 0·61 ^{m} aufnehmen kann. Die Wangen des Canales haben auf beiden Seiten am Grunde, wo sie auf der Sohle aufstehen, zahlreiche Oeffnungen, welche das filtrirte Wasser einlassen. Die Oeffnungen sind hergestellt durch Auslassen einzelner Steine in der untersten Ziegelschicht. Bei Filtern, deren Grundrissform mehr quadratisch als oblong ist, werden gewöhnlich noch mehrere kleinere, vom Hauptcanal rechtwinklig abzweigende Seitencanäle angeordnet, wie aus dem Situationsplan Taf. VII bei den Filterbassins Nr. V, VI, VII und VIII zu ersehen ist.

Am Ende eines jeden Canales ist auf den Scheitel ein 10 ^{cm} weites Rohr aufgesetzt und nach oben bis über die Wasserfläche in den Luftraum hinein verlängert (s. Taf. IX, Fig. 1). Die Ausmündung in's Freie ist gegen Verstopfung durch ein Gitter geschützt. Ohne eine solche Einrichtung würde die Luft, welche nach dem Entleeren eines Filters die Canäle ausfüllt, beim Wiedereindringen des Wassers nicht vollständig entweichen können, sondern zum grossen Theil darin stehen bleiben, was in seiner Wirkung einer bedeutenden Verengung des Canales gleich käme und unter Umständen Störungen hervorrufen könnte.

Dort, wo der Hauptcanal die Stirnwand trifft, durch welche das filtrirte Wasser das Filter verlassen soll, ist sie durchbrochen und durch die Durchbruchsstelle ein 61 ^{cm} weites Rohr geschoben (s. Taf. IX, Fig. 1). Dasselbe schliesst sich genau an den Sammler an, dessen Querschnitt schon mit Rücksicht auf diese Verbindung gewählt wurde, und leitet das filtrirte Wasser in einen nach dem Reinwasserbassin führenden Rohrstrang über. Um die Communication beider Bassins (des Filters und des Reinwasserbassins) ganz nach Belieben aufheben und wieder herstellen zu können, ist in das Rohr ein Keilschieber *k* eingeschaltet. Wegen Reparaturen, die daran bisweilen vorgenommen werden müssen, ist er durch einen kleinen ausgemauerten Schacht zugänglich gemacht (Figg. 1 u. 5, Taf. IX).

Zur Ausrüstung des Filters gehört ferner ein passend construirter Zufluss für das unfiltrirte Wasser nebst Regulirvorrichtung. Bei der Zuführung des Wassers ist darauf zu achten, dass kein Strom entstehe, der im Stande sei, den Sand von seiner Lagerstelle fortzuspülen und etwa

gar den Kies freizulegen. Deshalb ist das Zuführungsrohr, nachdem es durch die Stirnwand hindurchgeführt worden, knieförmig umgebogen und seine Mündung nach oben gerichtet. Die freie Ausmündung liegt in gleicher Höhe mit der Oberfläche der Sandschicht, deren unmittelbar benachbarte Theile mit einer breiten Lage Bretter bedeckt sind, über welchen das heftig wirbelnde Wasser zur Ruhe kommt, ehe es sich weiter über die Sandfläche ausbreitet. Ein in das Zuführungsrohr *l* eingesetzter, ebenfalls durch einen Einsteigeschacht zugänglicher Schieber *t* (Fig. 3, Taf. IX) regulirt die zufliessende Wassermenge und sperrt, wenn das Bedürfniss vorliegt, den Zufluss ganz ab.

Da es nicht immer gelingt, den Schieber *t* so zu stellen, dass er genau ebensoviel Wasser zuführt als durch den Reinwasserschieber *k* abfliesst, so ist der Wasserspiegel im Filter mancherlei Schwankungen ausgesetzt; er wird bald über das festgesetzte Niveau hinaussteigen, bald unter dieses herabsinken. Viel Belästigung würde entstehen, wenn ein Mal das Wasser über den Rand der Filter überliefe; den die Bassins einfassenden Böschungen würde das sehr zum Schaden gereichen, aber auch für die Filtration selbst ist ein ewiges Auf- und Niederschwanken des Wasserspiegels ungünstig. Dem Ueberfliessen des Wassers über den Rand des Filterbassins wird vorgebeugt durch einen sogenannten Ueberlauf. Darunter verstehen wir ein aufrecht stehendes, ziemlich weites, oben offenes Rohr *u*, welches bis zu dem Niveau reicht, das vom Wasser nicht überschritten werden darf. Unten steht es mit einem tiefliegenden ausserhalb des Filters vorbeiziehenden Abflusscanal *a* durch ein Knierohr in Verbindung (Fig. 2, Taf. IX). Seinen Platz empfängt es zweckmässig an einer dem Abzugscanal nahe gelegenen Stelle. Sobald das Wasser den Rand des Ueberlaufes erreicht hat, kann es nicht höher steigen, sondern der Ueberschuss muss in den Canal abfliessen. Das Sinken des Spiegels unter den normalen Stand zu verhüten, bleibt der Aufmerksamkeit des Bassinwärters überlassen.

Zu gewissen Zeiten muss das Sandfilter entleert werden. Das ist z. B. der Fall, wenn in Folge zu massenhafter Schlammansammlung an der Oberfläche des Sandes die Durchlässigkeit des letzteren entweder ganz aufgehoben oder doch so stark vermindert ist, dass das Filter weit hinter seiner Normalleistung zurückbleibt. Das Ablassen des über dem Sande stehenden Wassers wird vollzogen mit Hülfe eines am Ueberlauf sitzenden Tellerventils *v*. Die freizulegende Oeffnung befindet sich in einiger Tiefe unter der Sandoberfläche. Das Ablaufen des Wassers wird nicht unwesentlich erleichtert dadurch, dass man der Oberfläche des Sandes nach der Abflussstelle zu einige Neigung giebt. Auf diese Weise wird man zwar das über dem Sande stehende Wasser los, nicht aber das

Quantum, welches noch im Sande und den Kiesschichten zurückbleibt. Handelt es sich um vollständige Entleerung des Filters bis auf die Sohle, so wird noch ein zweites Ventil *s* (Figg. 4 u. 5, Taf. IX) zu Hülfe genommen, welches an dem Rohr *m* in gleicher Höhe mit der Sohle des Filters angebracht ist. Es ist als Keilschieber construirt und hat in der Praxis die Bezeichnung „Sandhahn" erhalten. — Wir wollen dieselbe in Folgendem beibehalten. Ist der Sandhahn geöffnet, so kann alles Wasser, was in den Kiesschichten und der Packung steht, aus dem Filterbassin herausfliessen.

Der Abzugscanal *a* führt das aus den Filtern abgelassene Wasser wieder in den Flusslauf zurück. Bedingung jedoch ist, wenn das immer möglich sein soll, dass bei Errichtung der Filteranlage auf den Wechsel der Wasserstände im Strome Rücksicht genommen werde. Zum mindesten muss die Oberfläche der Sandschicht noch um Einiges über dem bekannten höchsten Wasserstande liegen. Dadurch wird zwar eine vollständige Entleerung des Filters bis auf die Sohle noch nicht unter allen Umständen gesichert, wohl aber die Möglichkeit, die Filter immer reinigen zu können. Im anderen Falle, wenn also die Trockenlegung der Sandschicht durch natürlichen Abfluss des Wassers nicht erfolgen kann, ist man gezwungen, besondere transportable Pumpwerke zu Hülfe zu nehmen. Bei ausgedehnten Anlagen dürfte das sicher mit vielen Unbequemlichkeiten verbunden sein.

d) Das Reinwasserbassin; das ist der Raum, in dem sich das filtrirte Wasser ansammelt und von wo es sich nach den Pumpen, denen die Weiterbeförderung nach den Verbrauchsstellen obliegt, vertheilt. Seiner Construction nach ist es ganz ähnlich einem überwölbten Filterbassin. Hinsichtlich der Wasserdichtheit und der Ueberdeckung gelten ganz dieselben Vorschriften. Die bauliche Ausführung gestattet natürlich mancherlei Modificationen; so sind z. B. bei dem Reinwasserbassin des Stralauer Werkes, welches auf Taf. X, Figg. 1 u. 2 dargestellt ist, Tonnengewölbe statt der böhmischen Kappen angewendet. Von verschiedenen Seiten ergiessen sich in dasselbe die Zuflüsse aus den Filtern. Die betreffenden Rohrstränge, welche das filtrirte Wasser anbringen, sind, wie schon erwähnt, auf dem Situationsplan (Taf. VII) punktirt eingezeichnet. Während die Filter Nr. V und VI direct mit dem Reinwasserbassin verbunden sind, haben die beiden Filtergruppen Nr. I bis IV und Nr. VII bis XI je einen Rohrstrang gemeinschaftlich. Die Nachtheile eines solchen Arrangements werden sich weiter unten herausstellen. Dem aufmerksamen Beobachter wird es nicht entgehen, dass das Reinwasserbassin auch Anschluss hat an das Rohrnetz, welches das unfiltrirte Wasser den Filtern zuführt. Zwar

ist der die Communication vermittelnde Rohrstrang *n* durch einen Schieber *p* (Taf. VII) beständig geschlossen, aber dieser hatte doch von Hause aus die Bestimmung, im Falle der Noth, wenn die Filter den Bedarf nicht zu decken vermöchten, zur Füllung des Reinwasserbassins beizutragen, ihm also unfiltrirtes Wasser zuzuführen. Nachdem uns die Hygiene die Augen geöffnet, wie unverantwortlich eine solche Manipulation wäre, erscheint es gerathen, auf diese Art von Reserve ganz zu verzichten und den ausübenden Techniker nicht erst in Versuchung zu bringen, sich ihrer bei Verlegenheiten zu bedienen.

Der Wasserstand im Reinwasserbassin ist wegen der Verschiedenartigkeit der Entnahme in den einzelnen Stunden des Tages häufigen und zum Theil sehr erheblichen Schwankungen unterworfen. Steigt er an, so hat er ein gewisses Luftquantum zu verdrängen, und fällt er, so muss das Volumen, um welches sich der Wasservorrath vermindert, von Luft ausgefüllt werden. Die Luft muss also ungehindert aus- und einziehen können. Das ermöglichen auf einfache Weise einige Luftschächte, deren Construction aus Taf. X, Figg. 1 u. 2 ohne Weiteres verständlich ist.

Der Bassinwärter hat ununterbrochen den Wasserstand im Reinwasserbassin zu controliren. Um ihm die Orientirung bequem zu machen, ist an einer passend gelegenen Stelle ein nahe der Sohle beginnendes und bis über das Gewölbe hinaus verlängertes, aufrechtes, an beiden Enden offenes Rohr eingesetzt, in welchem sich ein mit Maassstab versehener Schwimmer auf- und abschiebt. An der Einstellung desselben ist sofort und schon von Weitem zu erkennen, ob viel oder wenig Wasser im Bassin vorhanden ist. — Von sonstigen Ausrüstungsgegenständen ist noch zu erwähnen ein Ablassschieber, der in einer Vertiefung der Sohle liegt, um das Reinwasserbassin gelegentlich gänzlich entleeren und reinigen zu können.

Seitdem die Bacteriologie zu einer klaren Erkenntniss über das Wesen der Stagnation geführt hat, bemüht man sich, in allen Reservoiren, in denen Reinwasser sich längere Zeit aufhält, eine alle Punkte berührende Circulation des Wassers herzustellen. Die gebräuchlichsten Mittel sind gemauerte Scheider, welche den Wasserstrom einengen und ihn nöthigen, einen vorgeschriebenen Weg zurückzulegen. Zur Zeit der Errichtung des Stralauer Werkes fehlten natürlich noch solche Gesichtspunkte, wesshalb wir die Einfügung der entsprechenden Constructionsglieder vermissen. Unbewusst hat man jedoch diesen Uebelstand gemildert durch die Vertheilung des Zuflusses auf drei verschiedene Seiten.

Bevor wir nun auf weitere Einzelheiten eingehen, ist es angezeigt, die Betriebsweise der Filter ein wenig genauer, als es bisher zu geschehen pflegte, zu erläutern.

Wir nehmen an, ein Filter sei gereinigt, mit Wasser wieder gefüllt und stehe am Beginn einer neuen Periode. Es sei dieses z. B. das Filter Nr. V, welches unmittelbar neben dem Reinwasserbassin liegt und mit diesem durch einen sehr kurzen Rohrstrang (von kaum 10^{m} Länge) verbunden ist. Ferner stehe zu der Zeit der Wasserspiegel im Reinwasserbassin um $h = 0 \cdot 453^{m}$ unter demjenigen im Filter. Machen wir bei Beginn der Periode den Reinwasserschieber ganz auf, eröffnen wir also dem Wasser den vollen Querschnitt des weiten Verbindungsrohres, so bewegt es sich durch letzteres in Anbetracht der kurzen Wegstrecke ohne merkliche Hindernisse, und der volle Druck von $0 \cdot 453^{m}$ treibt es mit entsprechend grosser Geschwindigkeit durch die Sandschicht. Diese sei noch gegen $0 \cdot 5^{m}$ dick und bestehe aus scharfem Sand (Nr. III der Scala p. 121 Abschnitt I). Nach der ebendaselbst angegebenen Tabelle erzeugt der Druck von $0 \cdot 453^{m}$, wenn die Sandschicht 1^{m} dick ist, eine Filtrationsgeschwindigkeit von 300^{mm}, bei einer halb so dicken Sandschicht also das doppelte, nämlich 600^{mm} pro Stunde. Wir wollen indessen doch höchstens eine Filtrationsgeschwindigkeit von 100^{mm} zulassen, und dazu genügt bereits der Druck von $151/2 = 75^{mm}$. Das filtrirte Wasser muss demnach das Filter noch mit einer Pressung von $453 - 75 = 378^{mm}$ Wassersäule verlassen und irgendwo Gelegenheit finden, dieselbe auf Reibungsarbeit zu verwenden. Zu diesem Zwecke werden ihm bei seiner Fortbewegung aus dem Filter künstlich Hindernisse bereitet und zwar in folgender Weise: das Filter Nr. V hat eine Flächengrösse von 3750^{qm} und liefert bei 100^{mm} Filtrationsgeschwindigkeit 375^{cbm} filtrirtes Wasser pro Stunde an das Reinwasserbassin ab. Das Verbindungsrohr hat bei $0 \cdot 61^{m}$ Durchmesser einen Querschnitt von $0 \cdot 292^{qm}$ und wird von dem filtrirten Wasser mit $0 \cdot 35^{m}$ secundlicher Geschwindigkeit durchlaufen. Wenn man nun den Schieber anfangs nicht ganz, sondern nur um sehr Weniges öffnet, so legt er statt eines Kreises von $0 \cdot 292^{qm}$ Grösse nur eine beliebig kleine Durchtrittsöffnung frei; beträgt dieselbe den zwanzigsten oder dreissigsten Theil des Rohrquerschnittes, so muss sich das gesammte stündliche Wasserquantum von 375^{cbm} durch die enge Spalte mit 7 resp. $10 \cdot 5^{m}$ Geschwindigkeit, ja, wenn man will, noch schneller hindurchbewegen. Die dabei zu überwindenden Widerstände wachsen aber mit zunehmender Geschwindigkeit sehr intensiv und man kann durch sie jeden beliebigen Theil der Pressungshöhe h absorbiren lassen. Die Regulirung der Filtrationsgeschwindigkeit beruht also auf dem Princip, dass man den Niveauunterschied h zwischen Filter und Reinwasserbassin in zwei Theile $h_{,}$ und $h_{,,}$ zerlegt, von denen der erstere $h_{,}$ der beabsichtigten Filtrationsgeschwindigkeit entspricht, während der zweite $h_{,,}$ zum Durchdrücken des Wassers durch den Reinwasserschieber verbraucht wird. Gegen Anfang der Periode ist

selbstverständlich $h_{,}$ sehr klein im Vergleiche zu $h_{,,}$; zu Ende der Periode ist das Umgekehrte der Fall; d. h. der Schieber ist zuerst ein wenig, allmählich weiter und zuletzt ganz zu öffnen. Aber wie überzeugt man sich, dass der Schieber richtig gestellt sei und die beabsichtigte Filtrationsgeschwindigkeit auch wirklich innegehalten werde? Dazu dient ein sehr einfaches, dem Piezometer ähnliches Instrument. Kurz bevor das filtrirte Wasser den Reinwasserschieber passirt, ist das Verbindungsrohr angebohrt und auf die Anbohrungsstelle ein aufrecht stehender, bis zur Oberkante des Filters reichender Rohrschenkel f von 8^{cm} Weite gesetzt, worin sich ein Schwimmer befindet (siehe Fig. 6).

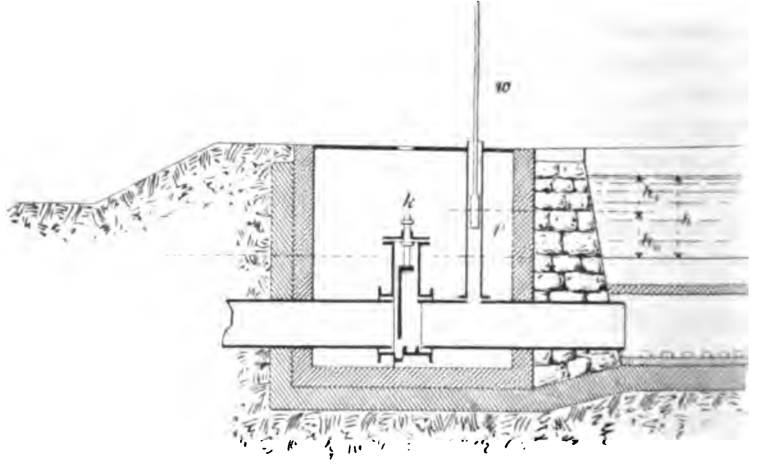


Fig. 6.

So lange der Reinwasserschieber geschlossen bleibt, und die Filtration ruht, stellt sich der Wasserspiegel im Schwimmrohr genau ebenso hoch ein wie im Filter selbst. Sobald aber der Schieber k geöffnet wird, sinkt in dem Rohre der Wasserstand und mit ihm der Schwimmer w um den Betrag $h_{,}$. Man kennt die Dicke der Sandschicht und die Qualität des Sandes und kann darnach immer auf die in Abschnitt I angegebene Weise die Widerstandshöhe für eine gewisse Filtrationsgeschwindigkeit annähernd feststellen. Wir haben das im Vorhergehenden für eine Schicht scharfen Sandes (Nr. III der Scala) von $0 \cdot 5^{\text{m}}$ Dicke bereits gethan und fanden $h_{,} = 75^{\text{mm}}$. Nachdem bei Eröffnung der Periode der Schwimmer um diesen Betrag gesunken ist, darf vorläufig der Reinwasserschieber nicht weiter aufgedreht werden. Darauf ist der Zufluss mit dem Abfluss in Uebereinstimmung zu bringen der Art, dass kein Wasser über den Ueberlauf geht, und der Wasserspiegel im Filter auf der normalen Höhe stehen bleibt. Je mehr sich jedoch im Laufe der Filtration die Oberfläche des

Sandes durch Ansammlung von Schmutz verdichtet, desto mehr Druck wird zur Erhaltung der constanten Filtrationsgeschwindigkeit von 100 mm nöthig; h, ist demgemäss continuirlich zu vergrössern, und es fragt sich jetzt, nach welchen Merkmalen wir den erforderlichen Zuwachs zu beurtheilen haben.

Ist ein Mal zu Anfang der Periode das Zulassventil unter Benutzung des normalen Wasserstandes so eingestellt, dass es eine der Filtrationsgeschwindigkeit von 100 mm genau entsprechende Wassermenge zuführt, so leistet es auch constant dem Filter dieselbe Zufuhr, vorausgesetzt, dass es in seiner anfänglichen Stellung belassen wird, und der Druck, unter welchem der Ausfluss des unfiltrirten Wassers stattfindet, permanent der gleiche bleibt. Der mit der Wartung beauftragte Arbeiter braucht alsdann allein dafür zu sorgen, dass ebensoviel Wasser auf dem Wege durch den Reinwasserschieber wieder zum Abfluss gelange, wie oben dem Filter zufliesst. Er richtet sich dabei nach dem Wasserspiegel; steigt dieser über den normalen Stand und läuft der Filter sogar über, so ist der Reinwasserschieber weiter zu öffnen und umgekehrt, bei sinkendem Niveau, ein wenig wieder zu schliessen, bis keine Schwankungen mehr wahrgenommen werden. So einfach liegt indessen in Wirklichkeit die Sache nicht; denn der hydrostatische Druck, welcher das Wasser auf das Filter treibt und welcher gleich ist der Differenz der Wasserstände im Vorrathsbassin und im Filter, wechselt unaufhörlich und bedingt bald eine grössere, bald eine geringere Eröffnung des Zulassventils als zu Anfang, oder wenn wir uns letzteres unter dem Bilde einer Schütze vorstellen, ein fortwährendes Heben und Senken derselben, wobei nichts weiter als ungefähre Schätzung zur Richtschnur genommen werden kann. Wir müssen demnach die Regulirvorrichtung der in Rede stehenden Filter als äusserst mangelhaft bezeichnen, so unvollkommen, dass ein gleichförmiger Gang kaum im Bereiche der Möglichkeit liegt.

Wenn nach längerer Zeit h, auf den Maximalbetrag (1 bis $1^1/_4$ m) gestiegen ist und trotzdem die Leistung des Filters zusehends erschlafft, muss zur Reinigung geschritten werden. Es ist in der Praxis allgemein üblich, zu diesem Zwecke die Sandschicht trocken zu legen. Aus Sparsamkeitsrücksichten liess man früher das Wasser nur so tief herab, dass man trocknen Fusses auf der Sandfläche gehen und die nöthigen Arbeiten unbehindert vom Wasser verrichten konnte. Jetzt dagegen wird das Filter jedes Mal bis auf die Sohle entleert, um niemals Wasser, welches schon einige Zeit stagnirt hat, in das Reinwasserbassin gelangen zu lassen.

Das Reinigen eines Filters besteht im Abschippen der auf der Oberfläche des Sandes angesammelten Schmutzschicht. In den wärmeren Jahreszeiten sind es vorzugsweise nadel- und schuppenförmige Algen,

welche das Filter schnell undurchdringlich oder „todt“ machen, wie der in der Praxis eingebürgerte Ausdruck lautet. Sie kommen im unfiltrirten Spreewasser in solchen Massen vor, dass dieses in langen Schauröhren seine Durchsichtigkeit vollständig einbüsst. Die Algen legen sich auf der Sandoberfläche zu einem zarten Häutchen zusammen, dessen Dichtigkeit wahrscheinlich durch Wachsthum noch befördert wird und verkürzen nicht selten die Perioden in unerträglicher Weise. Im Sommer dieses Jahres arbeiteten die Filter des Stralauer Werkes bisweilen nur 5 Tage lang bei einer durchschnittlichen Filtrationsgeschwindigkeit von 50 bis 60 ^{mm} pro Stunde. Nach dem Ablassen fand man eine nicht mehr als papierdicke Lage von Algen über das Filter ausgebreitet. Im Herbst und Winter sind die abfiltrirten Stoffe mehr schlammiger Natur; die Perioden werden um Vieles länger und die Schmutzansammlungen fallen bedeutender aus. Für die Procedur des Reinigens bleibt sich das im Ganzen gleich. Jedenfalls muss die den Sand verlegende Schicht vollständig abgeräumt werden. Eine andere Frage ist aber die: Hat man ausserdem auch noch die ganze obere Partie des Sandes, soweit dieselbe dem Auge von Schmutzkörpern durchdrungen erscheint, herauszunehmen oder genügt es, sich hierbei auf ein Minimum zu beschränken? Die Antwort ergiebt sich aus der Absicht, die wir mit dem Reinigen verbinden, und die keine andere ist als die Durchlässigkeit wieder herzustellen. Dass der obere Sand von feinen Schmutzpartikelchen durchsetzt ist, kann uns ganz gleichgültig sein, sofern daraus keine in's Gewicht fallende Hemmung der Filtration hervorgeht. Das ist in der That in viel geringerem Grade, als man sich gewöhnlich einbildet, der Fall. Nach hiesigen Beobachtungen arbeitet ein Filter fast ebenso leicht weiter, wenn man von der Sandschicht nur 10 oder 15 ^{mm} abnimmt, statt der 30 oder 40, die im Ganzen etwa schmutzig gefärbt erscheinen. Und würden wir nicht den in Abschnitt I über die Wirkungsweise eines Filters ausgesprochenen Ansichten direct zuwiderhandeln, wenn wir blindlings die verdichteten oberen Partien, denen grade das stärkste Filtrationsvermögen innewohnt, jedes Mal beim Reinigen entfernen wollten? Allein abgesehen von den schädlichen Folgen, die ein solches Verfahren für die Filtration mit sich brächte, würden daraus noch sehr erhebliche und ganz unnütz vergeudete Mehrkosten entspringen, weil unverhältnissmässig grössere Sandmassen als in Wahrheit geboten, aus dem Filter herauszutransportiren wären.

An der eben beschriebenen Reinigungsmethode ist zu tadeln, dass bei ihrer Ausführung die Sandkörner in eine zu grosse Bewegung gerathen. Der frei gelegte Sand giebt unter den Füssen der Arbeiter nach, es entstehen Unebenheiten, die wieder ausgeglichen werden müssen, und einzelne Reste des Schlammes werden durch die Schaufeln verschmiert.

Die unvermeidliche Reibung der Sandkörner unter einander verletzt die gelatinösen Hüllen, mit denen sich dieselben allmählich umgeben, und in denen, wie in Abschnitt I nachgewiesen worden, zahlreiche Bacterien ansässig sind. Viele davon verlieren ihren Halt und lösen sich los oder werden so gelockert, dass sie vom Wasserstrom leicht erfasst und hinweggeführt werden. Nach meinem Vermuthen ist die von mir und auch von anderen beobachtete Zunahme der Mikroorganismen im filtrirten Wasser jedes Mal nach vollzogener Reinigung des Filters zum Theil mit auf diesen Umstand zurückzuführen.

Beim Anfüllen des gereinigten Filters beginnt man damit, dass man den Reinwasserschieber ein wenig öffnet, und filtrirtes Wasser im langsamen Strome in das Filter zurückfliessen lässt und zwar so lange, bis nicht allein das Porenvolumen der Kiese und Sande ausgefüllt, sondern auch die Oberfläche der Sandschicht noch 200 bis 300 ^{mm} hoch bedeckt ist. Man nennt diese Manipulation das Anlassen. Unfiltrirtes Wasser darf man dazu nicht verwenden, weil es in unreinem Zustande in das Reinwasserbassin übergehen und sowohl dort wie in den tiefen Schichten des Filters mancherlei Unreinigkeiten zurücklassen würde. Nach und nach würden die grobporigen Schichten, da sie niemals oder höchstens nach sehr langen, viele Jahre umfassenden Zeiträumen gereinigt werden, sich in einen wahren Stapelplatz für Schmutz verwandeln.

Beim Anlassen der Filter hat man ferner die Vorsicht zu gebrauchen, dass der vom Wasser nach oben verdrängten Luft Zeit zum ruhigen Entweichen bleibt. Verfährt man dabei zu eilig, so geräth die Luft unter stärkere Pressung, vermöge deren sie den Sand an den Stellen, wo er weniger widerstandsfähig ist, durchbricht und kleine Krater aufwirft. Dass die dadurch hervorgerufenen Unebenheiten die Reinigung erschweren, ist von untergeordneter Bedeutung, wohl aber verrathen sie nachträglich durch das tiefe Eindringen von Schmutzkörpern, dass überall da, wo sie sich befinden, der Sand stark aufgelockert und übermässig durchlässig ist. Die Filterfläche arbeitet in Folge dessen nicht an allen Stellen gleichmässig.

Sobald das Filter wieder vollständig mit Wasser gefüllt ist und in seine neue Periode eintreten soll, ist es — aus schon bekannten Gründen — gerathen, auf das erste Filtrat zu verzichten und dieses in den Abzugscanal abzuleiten. Man öffnet deshalb nicht sogleich den Reinwasserschieber, sondern statt seiner den sogenannten Sandhahn und schliesst denselben nicht eher, bevor nicht das gesammte Wasserquantum, welches zwischen dem Filterboden und der Sandoberfläche steht, mindestens ein oder zwei Mal gewechselt hat, worüber etwa ein Tag vergeht. Darnach erst wird der Reinwasserschieber aufgemacht und das Filter auf richtigen

Gang gestellt. Kommt es nicht darauf an, wie lange man mit der Inbetriebsetzung wartet, dann empfiehlt es sich, nach der ersten Füllung einen Tag Zeit zum Sedimentiren zu gewähren, damit gleich vom ersten Augenblick an, wo das Wasser in abwärts gerichtete Bewegung versetzt wird, ein schwaches Häutchen auf der Sandoberfläche vorhanden sei. Ein so behutsames Arbeiten hat indessen die Existenz sehr grosser Reserveflächen zur Voraussetzung.

Falls ich einen mir vorliegenden Bericht der Züricher Wasserwerke vom Jahre 1889 richtig aufgefasst habe, möge erwähnt werden, dass dort der einleitende Act der Filtration ein wenig anders verläuft. Man fährt mit der Zuleitung filtrirten Wassers von unten her fort, nachdem das Filter schon genügend angelassen ist und lässt das weiter hinzukommende Reinwasser über die Kante des geöffneten Ablassventils (Taf. IX, Fig. 2) permanent abfliessen, bis man genug gethan zu haben glaubt. Die zu Grunde liegende Erwägung scheint dieselbe zu sein, welche uns einige Bedenken gegen die übliche Reinigungsmethode einflösste; man sucht jedenfalls zu verhindern, dass die von den Sandkörnern losgescheuerten Bacterien durch die Sandschicht hindurchdringen, indem man sie zwingt einen anderen Weg zu nehmen. Das Einzige, was uns vielleicht von einem gleichen Schritte abhalten könnte, wäre die Befürchtung, den Sand gelegentlich durch zu schnelles Aufsteigen des Wasserstromes in seiner ganzen Masse beträchtlich aufzulockern.

Entleeren, Reinigen, Anlassen, Füllen und Vorbereiten eines Filters nehmen zusammen mehrere Tage in Anspruch. Je grösser nun ein Filter angelegt ist, desto weniger ist es für den Betrieb längere Zeit hindurch entbehrlich. Hätte z. B. die 37000 qm umfassende Filterfläche des hier speciell in Betracht gezogenen Berliner Wasserwerkes vor dem Stralauer Thore statt 11 einzelner und von einander unabhängiger Abtheilungen deren nur 4 von je 9250 qm Flächengrösse, so würde beim Reinigen eines einzigen Bassins die disponible Filterfläche sofort auf 75 Proc. ihres Gesammtbetrages zusammenschrumpfen. Nun ereignet es sich aber nicht selten, dass gleichzeitig mehrere Bassins ausser Betrieb gesetzt werden müssen. Wir sahen, dass beim Reinigen eines Filters eine dünne Lage Sandes herausgeschafft wird. Da der Ersatz dafür nicht sofort, sondern summarisch nach öfterer Wiederholung des Reinigens geleistet wird, so muss endlich der Zeitpunkt kommen, wann das Filter einer frischen Beschickung mit Sand bedarf. Auch diese Arbeit dauert um so länger, je grösser das einzelne Bassin ist; sie ist gewöhnlich nicht unter einer Reihe von Wochen ausführbar, und sucht man sie durch Einstellung sehr grosser Arbeitercolonnen zu beschleunigen, so gestaltet sie sich oeconomisch sehr unvortheilhaft, weil erfahrungsmässig die Arbeitspausen, die

beim Ordnen der Colonnen, beim Füllen und Auskippen der Karren entstehen, mit der Zahl der Arbeiter erheblich an Länge zunehmen. Es ist ferner nicht ausgeschlossen, dass irgend ein Bassin nach langen Diensten überhaupt unbrauchbar wird und einer zeitraubenden Reparatur unterworfen werden muss. In welche Verlegenheiten könnte man nicht kommen, wenn jede ausgeschaltete Abtheilung einen unvernünftig grossen Bruchtheil der Gesammtfilterfläche ausmachte.

Als praktisch bewährte Maximalgrösse eines Filters wurde im Vorhergehenden 2000 bis 3000 ^{qm} angegeben, doch soll damit nur eine obere Grenze bezeichnet und nicht etwa gesagt sein, dass dieses Maass unter allen Umständen passend sei; es richtet sich vielmehr nach dem Bedürfniss an Reservefläche, wie ich an einigen Betriebsergebnissen erläutern will.

Im Monat Juni 1888 wurden von dem Stralauer Werk durchschnittlich täglich 50000 ^{cbm} Wasser gefördert und 3400 ^{qm} Filterfläche todt gearbeitet, ziemlich genau so viel, wie die Durchschnittsgrösse eines Filters beträgt. Wir können also sagen, es war täglich ein Filter zu reinigen. Da das Reinigen incl. Ablaufen zwei volle Tage in Anspruch nimmt, so waren immer vom vorhergehenden Tage noch weitere 3400 ^{qm} ausser Function. Ferner blieb den ganzen Monat hindurch das 3000 ^{qm} Filter Nr. 11 wegen Ergänzung der Sandschicht ausgeschaltet; es fehlte mithin täglich eine Fläche von $2 \cdot 3400 + 3000 = 9800$ ^{qm} oder 27 Proc. der Gesammtfläche, und so viel musste an Reserve disponibel sein. Diese befand sich aber fortwährend in den angegebenen drei Stadien der Vorbereitung, weniger als drei Abtheilungen durfte sie folglich gar nicht haben, d. h. eine Flächengrösse, von $9800/3 = 3266$ ^{qm} pro Filter war das zulässige Maass. — Der Bedarf an Reservefläche steigert sich ausserordentlich, wenn die Perioden von sehr kurzer Dauer sind. Im Spätsommer dieses Jahres waren bei verhältnissmässig schwacher Förderung häufig pro Tag zwei Filterbassins zu reinigen, und zur Disposition des Betriebes standen von den 11 Filterbassins regelmässig nur 7. Das Verhältniss der Reservefläche zur activen stellte sich auf 4 : 7, obgleich die dringend nothwendige Auffüllung schon stark erschöpfter Filterbassins unterlassen und auf gelegenere Zeiten aufgeschoben wurde. Die angeführten Beispiele betreffen allerdings extreme Verhältnisse, die sich anderswo nicht sobald wiederholen werden, aber sie weisen unwiderleglich auf die Zweckmässigkeit grosser Reserveflächen unter Feststellung mässiger Abgrenzungen für die einzelnen Filterbassins hin.

Zu den untergeordneten Aufgaben der Betriebsleitung gehört, dafür zu sorgen, dass die Reinigung der Filter möglichst in einer bestimmten Reihenfolge geschehe. Das ist zwar nicht unbedingt nothwendig, jedoch

die Innehaltung eines gewissen Turnus erspart insofern Arbeit, als die Geräthschaften und die Stücke, aus welchen das Fahrgerüst zusammengesetzt wird, keinen unnöthig weiten Transport zu erfahren brauchen.

Nachweisung der in Berlin am 21. August 1889 verbrauchten Quantitäten Leitungswasser.

1	2	3	4	5	6
Tageszeit	Stunden	Stündliche Förderung insgesammt cbm	Davon entfielen auf Stralau cbm	auf Tegel-Charlottenb. cbm	Druck im Rohrnetz bez. auf N N
Nacht	12—1	1813	785	1028	69
	1—2	1621	763	858	69
	2—3	1614	754	860	69
	3—4	2053	1133	900	69
	4—5	2459	511	1948	71
	5—6	3919	554	3365	73
Morgen	6—7	5898	1846	4052	74
	7—8	6837	2333	4504	76
	8—9	7203	2766	4437	77
	9—10	6953	2518	4435	77
	10—11	7029	2558	4471	77
	11—12	6841	2548	4293	77
Mittag	12—1	6468	2472	3996	76
	1—2	6742	2405	4337	77
	2—3	6994	2645	4349	77
	3—4	7096	2750	4346	77
	4—5	6429	2081	4348	75
	5—6	6069	1742	4327	75
Abend	6—7	5263	1346	3917	74
	7—8	4918	1011	3907	74
	8—9	4438	515	3923	74
	9—10	3923	225	3698	73
	10—11	2726	229	2497	71
Mitternacht	11—12	1904	499	1405	69
	Summa	117210	37009	80201	
			117210		

Wir legten in Abschnitt I grossen Werth auf gleichmässigen Gang eines Filters, d. h. darauf, dass es mit unveränderter Geschwindigkeit die ganze Periode hindurch arbeitet. Gewisse Vorrichtungen, deren primitivste Formen uns beim Stralauer Werke begegneten, sollen die Regulirung der Filter bewirken. Allein diese verfehlen selbst bei vollkommenster Construction ihren Zweck, wenn man überhaupt in die Nothwendigkeit versetzt wird, den Gang der Filter ändern zu müssen. Die Ursache, die

das unter Umständen herbeiführt, ist der höchst ungleichmässige Consum des Leitungswassers innerhalb der Stadt während der verschiedenen Tageszeiten. In den Morgenstunden schnell zunehmend, culminirt er Vormittags, geht gegen Abend hin langsam herab und wird in der Nacht zu einem verhältnissmässig sehr geringem Minimum. Zur Vervollständigung des Ueberblicks skizzire ich den Gang des Wasserverbrauchs in Berlin an einem beliebigen Tage. Am 21. August 1889 wurden im Ganzen 117210 cbm filtrirtes Wasser nach der Stadt befördert und vertheilten sich auf die einzelnen Tagesstunden nach nebenstehender Tabelle.

Spalte 2 giebt den stündlichen Consum an und aus den Spalten 3 und 4 gehen die Antheile hervor, welche die beiden Filtriranstalten vor dem Stralauer Thor und in Tegel zu decken hatten. Sehen wir nun zu, welche Wirkung die ungleichmässige Inanspruchnahme auf das Stralauer Werk übte. Seine durchschnittliche Förderung pro Stunde war an dem bezeichneten Tage 37009/24 = 1542 cbm, und die durchschnittliche Filtrationsgeschwindigkeit betrug, da eine Filterfläche von 33537 qm arbeitete, 46 mm. Während der 12 Stunden von 12 Uhr Nachts bis 6 Uhr früh und von 6 Uhr Abends bis Mitternacht blieb die Förderung hinter dem Durchschnitt zurück und es wurden statt 12·1542 = 18504 cbm, nur 8345 cbm, also im Ganzen 10159 cbm weniger gefördert. Das gleichmässige Fortarbeiten der Filter mit der constanten Geschwindigkeit von 46 mm pro Stunde bedingte also das Vorhandensein eines Raumes, in dem sich der von ihnen während der Nachtzeit producirte Ueberschuss von 10159 cbm hätte ansammeln können als Vorrath für die übrige Tageszeit, während welcher die Förderung um 10159 cbm die Leistung der Filter überstieg. Es wurde bereits erwähnt, dass das Reinwasserbassin bei vollständiger Füllung (2·5 m Wasser tief), 2200 cbm Wasser beherbergt. Als Fassungsraum für aufzunehmende Ueberschüsse können wir jedoch, da der Wasserstand während der Stunden mit stärkster Wasserbeförderung gewöhnlich auf der mittleren Höhe (1 m über der Sohle) gehalten wird, höchstens die Hälfte, also 1100 cbm rechnen; das ist kaum der dreizehnte Theil dessen, was selbst an einem Tage mit sehr mässigem Förderquantum unbedingt zur Ausgleichung der Verschiedenheiten zwischen Filterarbeit und Consum erforderlich gewesen wäre. Und dabei ist noch gar nicht berücksichtigt, dass der Wasserspiegel im Reinwasserbassin nicht allzu sehr schwanken darf; denn jede Hebung oder Senkung desselben wirkt wegen der besonderen Verbindungsweise mit den Filtern hemmend oder beschleunigend auf dieselben zurück. Wir ersehen aus diesen Auseinandersetzungen, dass dem Wasserwerk vor dem Stralauer Thor in seiner baulichen Anlage ein sehr wichtiges Glied überhaupt gänzlich fehlt, nämlich ein geräumiges Sammelreservoir für das filtrirte Wasser ohne directe Verbindung mit den Filtern, welches verhindere, dass

Monat Juni.

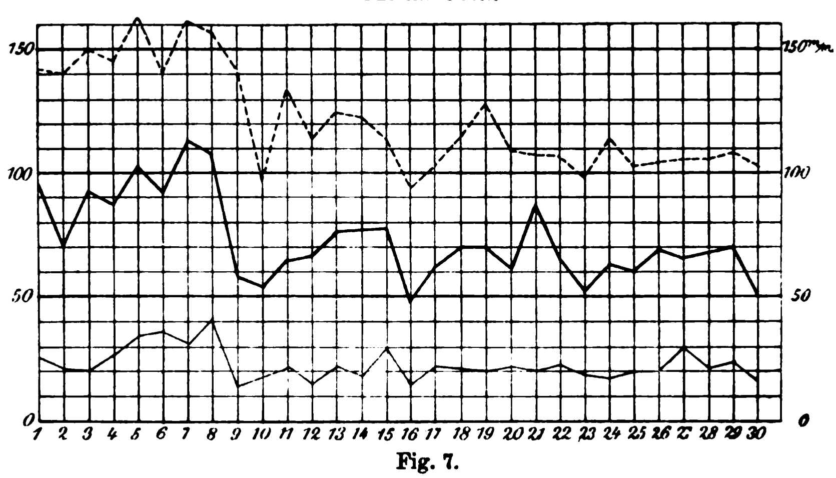


Fig. 7.

Monat Juli.

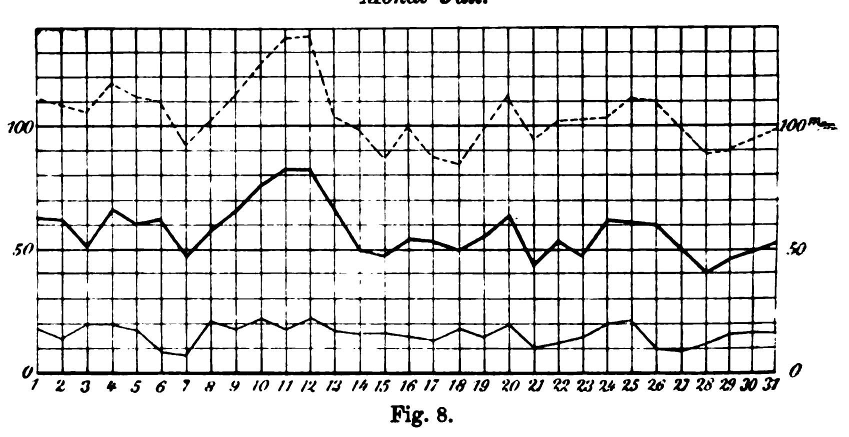


Fig. 8.

Monat August.

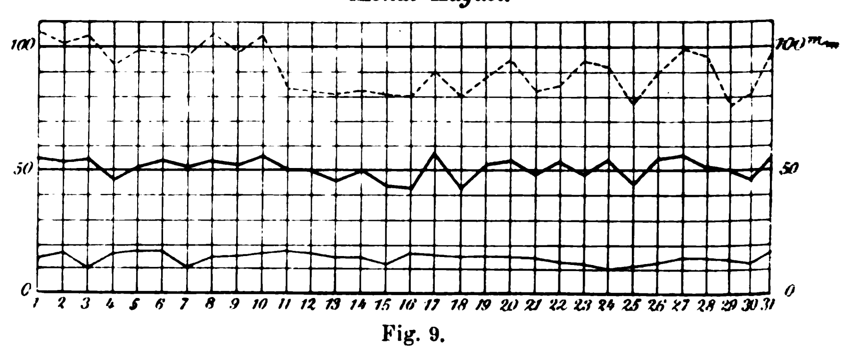


Fig. 9.

das Fallen und Steigen des Consums fortwährend zu einer Aenderung der Filtrationsgeschwindigkeit nöthige. Das vorhandene Reinwasserreservoir fungirt eigentlich nur als eine Art Saugekammer für die Druckpumpen, welche das filtrirte Wasser nach der Stadt befördern.

Welche Beunruhigung der Filter aus diesem Mangel der Anlage entspringt, geht deutlich aus der vorstehenden Folge von Diagrammen hervor, welche zum Ausdruck bringen, in welchen Grenzen täglich die Filtrationsgeschwindigkeiten hin und her schwankten während der Sommermonate dieses Jahres. Es ist für jeden Tag aufgetragen das Mittel, das Maximum und Minimum der Filtrationsgeschwindigkeit, wie sie sich aus dem Vergleich der stündlichen Förderung mit der filtrirenden Gesammtfläche berechneten.

Am günstigsten gestalteten sich die Betriebsverhältnisse im Monat August, wo in Folge sehr verminderter Förderung die Geschwindigkeit im Durchschnitt keine grössere als 50^{mm} war; leider jedoch verdoppelte sie sich regelmässig in den Tagesstunden und sank in der Nacht so tief herab, dass die Filter beinahe zum Stillstande kamen und pausirten. Die rationelle Verwerthung der grossen Filterfläche wurde dadurch vereitelt oder mindestens verkümmert. — Den täglichen Schwankungen der Geschwindigkeiten correspondirten natürlich ebenso viele und starke Veränderungen der zu ihrer Erhaltung erforderlichen Drucke. Die im Monat October an einzelnen Filtern gemachten Beobachtungen, die in Fig. 10 speciell für Nr. IV graphisch an einander gereiht sind, werden das hinlänglich bestätigen.

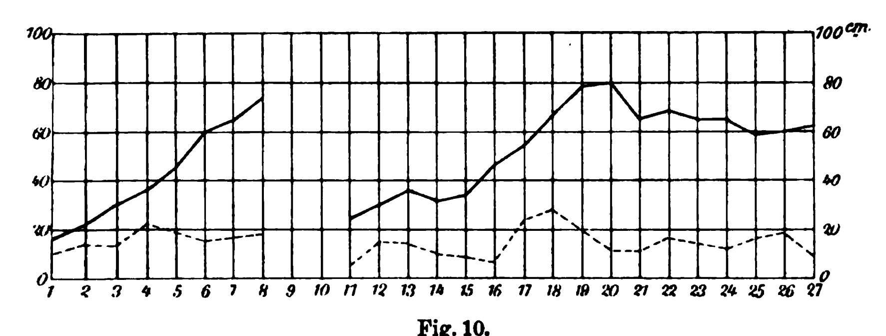


Fig. 10.

Wie dieses Filter unterlag jedes andere täglich in den ersten Vormittagsstunden einer starken und unvermittelten Auspressung und verblieb andauernd unter deren nachtheiligem Einfluss. Höchst ungünstig war für den Betrieb in dem betrachteten Sommervierteljahr ganz besonders der Umstand, dass wegen übermässiger Wucherung der Algen alle Filter ohne Ausnahme (in der kurzen Zeit von Anfang Juni bis Ende August) 11 bis 12 Mal gereinigt werden mussten.

	Monat Juni				Monat Juli				Monat August				Monat September			
	unfiltrirt ccm		filtrirt ccm		unfiltrirt ccm		filtrirt ccm		unfiltrirt ccm		filtrirt ccm		unfiltrirt ccm		filtrirt ccm	
	1·0	0·5	1·0	0·5	1·0	0·5	1·0	0·5	1·0	0·5	1·0	0·5	1·0	0·5	1·0	0·5
1	—	—	109	59	—	—	—	—	—	—	—	—	18383	6622	166	91
2	40320	19440	220	132	—	—	—	—	25600	12740	240	121	—	—	—	—
3	4950	3399	542	270	verlaufen				—	—	—	—	11380	5621	220	130
4	3108	1848	—	128	—	—	—	—	12920	5460	372	182	—	—	—	—
5	—	3848	286	148	8544	6810	209	115	—	—	—	—	21420	11840	220	125
6	17008	8568	103	47	—	—	—	—	3720	1868	510	270	—	—	—	—
7	28800	14700	172	115	4403	2700	—	139	—	—	—	—	11560	12780	496	252
8	34830	16050	252	138	—	—	—	—	20060	9520	420	231	—	—	—	—
9	44055	25110	—	—	7560	?7138	206	118	—	—	—	—	17526	8722	580	260
10	6576	3344	209	162	—	—	—	—	17600	8932	240	129	—	—	—	—
11	verlaufen				—	7931	172	120	—	—	—	—	15312	7920	246	130
12	verlaufen				—	—	—	—	37280	18190	279	163	—	—	—	—
13	13056	4140	230	82	35860	17640	verlaufen		—	—	—	—	17720	7154	155	79
14	28157	9963	220	103	—	—	—	—	8187	3476	152	72	—	—	—	—
15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
16	32148	21000	186	102	15860	7762	306	104	7548	3872	180	77	21910	11016	612	296
17	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
18	4248	2044	206	107	—	10665	330	210	—	—	—	—	38577	23760	1030	530
19	—	—	—	—	—	—	—	—	19434	9882	253	119	—	—	—	—
20	38016	15768	209	88	9933	5260	—	—	—	—	—	—	19350	8200	880	399
21	—	—	—	—	19560	7954	473	260	15500	11160	228	79	—	—	—	—
22	8667	2720	190	85	7821	3294	484	328	—	—	—	—	14420	8120	418	189
23	—	—	—	—	—	—	—	—	17520	8600	284	154	—	—	—	—
24	7140	3159	verlauf.	602	13400	6205	535	330	—	—	—	—	17380	10030	420	211
25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
26	10550	4800	80	52	14878	7680	560	432	15200	8360	356	177	18082	9180	680	135
27	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
28	11900	5159	93	56	17486	10191	370	—	25640	12248	253	128	30560	14322	220	134
29	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
30	11840	5621	111	84	—	—	—	—	40501	23184	352	195	13398	6724	381	160
31	—	—	—	—	10384	4950	160	110	—	—	—	—	—	—	—	—
Durchschn.	18937		237		15710		347		19358		300		18603		407	
Reductions-verhältniss	1 : 80				1 : 45				1 : 64				1 : 45			

Die schädlichen Nachwirkungen einer Reinigung waren kaum überwunden, als schon die nächste vorgenommen werden musste. Aus dem Zusammenwirken dieser verschiedenen Factoren erklärt es sich, dass die Beschaffenheit des filtrirten Wassers — nach seinem Gehalt an Bacterien beurtheilt — weniger befriedigte, als erwartet wurde. Die Filter konnten eben trotz ihrer grossen Flächenausdehnung nicht das leisten, wozu sie unter günstigen Umständen wohl befähigt gewesen wären. Die Ergebnisse der bacteriologischen Untersuchungen enthält die vorstehende Tabelle; es ist den Zahlen keine weitere Auslegung hinzuzufügen.

Nicht ganz von demselben Belang wie die Grösse des Reinwasserbassins, aber immerhin nicht gleichgültig, ist seine Lage gegenüber den Filtern. Eine Gruppirung, wie sie mit der Zeit in Stralau in Folge successiver Vergrösserung der Anlage entstanden, ist durchaus verwerflich. Der Abstand der einzelnen Filter vom Reinwasserbassin und folglich die Länge der verbindenden Rohrstränge ist colossal ungleich (siehe den Situationsplan Tafel VII).

So beträgt die Wegstrecke, welche das filtrirte Wasser zurückzulegen hat, von Filter Nr. V an gerechnet, nur 6 ᵐ, von Filter Nr. VIII an dagegen mehr als 340 ᵐ. Der von letzterem Filter ausgehende lange Rohrstrang nimmt unterwegs noch die Zuflüsse von vier anderen Filtern auf, ohne eine Erweiterung zu erfahren. In Folge dessen wird er vom Wasser mit viel grösserer Geschwindigkeit durchflossen als der kurze Strang. Die Bewegungshindernisse in einer Rohrleitung hängen aber ausser von ihrer Länge ganz besonders von der Geschwindigkeit des durchfliessenden Wassers ab. Ausserdem werden sie durch plötzliche und oft wiederholte Krümmungen vermehrt. Je nachdem diese Factoren zur Geltung kommen, wird der durch den Niveauunterschied zwischen Reinwasserbassin und Filtern erzeugte Druck im Verbindungsstrang absorbirt und kann für die entlegenen Filter nicht in demselben Maasse nutzbar gemacht werden wie für die naheliegenden. Neben der daraus hervorgehenden Einbusse an nutzbarer Arbeit, erfährt die Ungleichförmigkeit im Gange der Filter, deren Schädlichkeit schon wiederholt hervorgehoben wurde, durch dieses neue Moment einen nochmaligen Vorschub. Die beste Anordnung dürfte die sein, das Reinwasserbassin unmittelbar an einer Gruppe von Filtern so zu placiren, dass es mit jedem einzelnen derselben durch einen besonderen und kurzen Rohrstrang in Verbindung gesetzt werden kann.

Die Sandwäsche. Zur Ausstattung einer Filteranlage gehört endlich noch eine gute und billig arbeitende Sandwäsche. Es wurde oben angegeben, dass beim Reinigen eines Filters so viel von dem Sande herausgenommen wird, als verschmutzt erscheint, dass man sich jedoch dabei

auf das Nothwendigste beschränkt und schon bei der Betriebsführung darauf bedacht ist, den Schmutz möglichst an der Oberfläche der Sandschicht festzuhalten. Aber wenn auch nur jedes Mal eine Schicht von 1 ^{cm} Dicke abgehoben wird, so sieht man sich nach öfterer Wiederholung der Reinigung bald gewaltigen Sandmassen gegenüber. Alljährlich werden die Filter des Stralauer Werks mindestens 20 Mal gereinigt, und das herausgenommene Sandquantum beträgt, da die Flächengrösse der Filter zusammen 37000 ^{qm} ist, ganz gewiss nicht weniger als 20.0·01.37,000 = 7400 ^{cbm}, oder $^1/_3$ des gesammten Filtrirmaterials. Den Filtern muss dafür, wenn auch nicht sogleich, aber spätestens doch, nachdem sich die Sandschicht um die Hälfte vermindert hat, Ersatz geleistet werden. In sehr seltenen Ausnahmefällen dürfte man in der Lage sein, zu diesem Zwecke regelmässig neues Material anzuschaffen; in Berlin z. B. ist brauchbarer und hinlänglich reiner Filtersand heutigen Tages kaum unter 5 Mk. pro 1 ^{cbm} loco Filter zu haben. Die Anschaffung von 7400 ^{cbm} würde also den Betrieb mit einer jährlich wiederkehrenden Ausgabe von 7400 × 5 = 37000 Mk. belasten. Angesichts so grosser Kosten zieht man es vor, den aus den Filtern herausbeförderten, schmutzigen Sand durch Auswaschen für fernere Verwendung wieder brauchbar zu machen. Darin besteht die Aufgabe der Sandwäsche. Auch diese hat im Laufe der Jahre bedeutende Umgestaltungen erfahren. Die früheren Einrichtungen, deren sich das Stralauer Werk bis zum Jahre 1876 bediente, waren mit grossen Unvollkommenheiten behaftet; sie arbeiteten, da nur Menschenkräfte dabei Verwendung fanden, sehr theuer, hatten geringe Leistungsfähigkeit und erzielten, wenn einmal der Sand sehr verschmutzt war, keinen genügenden Reinheitsgrad. Hier und da findet man sie noch im Gebrauche und deshalb möge ihr einfaches Princip mit einigen Worten erwähnt sein.

Dicht neben dem Stapelplatz des schmutzigen Sandes wird eine Anzahl „Kummte", d. i. langer und schmaler aus starken Bohlen zusammengesetzter Tröge von etwa 0·5 ^{m}, aufgestellt. Den Trögen giebt man nach ihrer Längsrichtung einige Neigung, und über die geneigte Sohle lässt man einen Wasserstrom hinwegfliessen, der nach Belieben verstärkt oder vermindert werden kann. Es kommt weniger darauf an, dass der Strom tief als dass er reissend sei; die den Trog am tiefer liegenden Ende abschliessende Wand hat daher einen tiefen Einschnitt, dessen Unterkante wenige Centimeter über dem Boden liegt und an den sich eine Abflussrinne anschliesst. In das strömende Wasserbad wird von mehreren, an der Längsseite des Troges neben einander aufgestellten Arbeitern der schmutzige Sand in nicht zu grosser Menge eingeworfen und mit Hülfe von Schaufeln dem Strome entgegengeführt; ist er am oberen Ende angekommen, so lässt man ihn vom Wasser wieder nach unten treiben und

wiederholt die Manipulation, so lange bis das Wasser anfängt, klar abzulaufen. Alsdann wird der Zufluss abgesperrt und der gereinigte Sand aus den Trögen herausgenommen und nach dem sauber gepflasterten Stapelplatz abgefahren. Die Leistung pro Mann und Tag stellte sich bei diesem Verfahren auf höchstens 2 ^{cbm}.

Hohe Betriebskosten und geringe Leistungsfähigkeit waren indessen noch nicht die empfindlichsten Mängel der alten Sandwäsche; was am dringensten einer Abhülfe bedurfte, war, dass die gründliche Säuberung des Sandes in hohem Grade der Zuverlässigkeit der Arbeiter überlassen blieb.

Die Verbesserung richtete sich daher wesentlich auf die Schaffung automatischer Apparate, die der Arbeiter nur bediente, ohne selbst viel Einfluss auf den Reinigungsprocess auszuüben. Das Gegenstromprincip wurde beibehalten, das Durcharbeiten und Austragen des Sandes aber einer Maschine übertragen. In ihrer früheren Gestalt konnten die den Sand aufnehmenden Waschgefässe nicht beibehalten werden; sie wurden durch rotirende, conische Trommeln aus Eisenblech ersetzt, deren Beschaffenheit die Fig. 3, Taf. XI veranschaulicht und die folgendermassen functioniren.

Der schmutzige Sand wird durch einen am Trichter *t* postirten Arbeiter vermittelst einer Schaufel in kleinen aber regelmässigen Portionen in die Trommel eingeworfen und durch die doppelgängige Spirale *s*, deren Windungen nach dem vorderen Ende zu allmählich grössere Neigung annehmen, nach vorne geschraubt, entgegen einem Wasserstrome, der sich durch die Trommel in der Richtung des Pfeiles hindurchbewegt. Zahlreiche Stifte (gegen 1200 Stück) und einzelne zwischen die Windungen der Spirale eingesetzte Schaufeln durchwühlen den Sand in energischer Weise und bewirken, dass sich die Schlammpartikelchen, welche ihn verunreinigen, loslösen und zertheilen, wobei sie vermöge ihrer Unfähigkeit, schnell niederzusinken, vom Wasserstrom mit fortgerissen werden. Der Sand wird also successive reiner, je weiter er nach vorn gedrängt wird. In nahezu gänzlich reinem Zustande fällt er schliesslich in den Kropf *k*. Dieser enthält eine Anzahl schräg gestellter, becherförmiger Schaufeln, welche den Sand aus dem Wasserbade herausheben und beim Durchlaufen der oberen Hälfte ihres Kreises auf das Austrageblech werfen. Damit nicht gleichzeitig schmutziges Wasser aus der Trommel herausbefördert werde, ist sie am vorderen Ende, wo das Wasser eintritt, durch einen Ring geschlossen, dessen Breite grösser als die Höhe der Spirale ist. Das vorgeschraubte Wasser staut sich an demselben und muss in Folge dessen immer wieder über die Spirale zurückfliessen. Ferner sind die Elevatorschaufeln gelocht, so dass das mit dem Sande zusammengefasste Wasser während der Hebung abtropfen kann. Durch die weite runde

Oeffnung, welche der Stauring rund um die Trommelaxe freilässt, ist das Austrageblech in schräger Richtung hindurchgeführt und vermittelt die Communication nach aussen. Der darauf niederfallende Sand rutscht herab und wird, ausserhalb der Trommel angelangt, von den Strahlen einer kräftigen Brause erfasst. Er soll dadurch einer gründlichen Abspülung unterworfen werden. Um diese erfolgreich durchzuführen, geht der weitere Weg über eine schiefe Ebene, auf welcher sich zahlreiche Hemmnisse der gradlinigen Fortbewegung des Wassers und des Sandes entgegenstellen und beide zwingen, unter wiederholtem, heftigem Anprall im Zickzack herabzulaufen. Die heftig wirbelnden Wassermassen spülen die letzten noch anhaftenden Schmutzpartikelchen vom Sande ab und reissen sie mit sich fort, während dieser, fertig gereinigt, im Sammelherde zur Ruhe kommt und von einem Arbeiter mit der Schaufel ausgehoben wird. Von hier aus erfolgt die Verladung des Sandes in Fördergefässe und der weitere Transport nach dem Stapelplatz. Wenn der Sand ausschliesslich durch Stoffe, die sich leicht im Wasser zu einem feinen Schlamm zerrühren, verunreinigt ist, kann man schiefe Ebene und Sammelherd weglassen und die Trommel direct in davor gestellte Wagen austragen lassen.

Das mit dem ausgewaschenen Schmutze beladene Wasser läuft bei a aus der Waschtrommel heraus und fällt in eine gemauerte Rinne, die es in die polizeilich vorgeschriebenen Klärbassins fortleitet. Wird die Trommel ungleichmässig oder zu stark beschickt, wird mehr Sand hineingeworfen als zwischen den Windungen eines Spiralganges binnen einer Umdrehung Unterkunft findet, so wirft der Wasserstrom den Ueberschuss selbstthätig heraus. Der Arbeiter ist demnach ganz ausser Stande, die quantitative Leistung des Apparates nach seinem Belieben zu verändern oder über die durch die Tourenzahl festgesetzte Grenze zu steigern. Der einzige ihm erlaubte Eingriff ist, dass er bei Störungen die Riemenvorgelege auslösen und sofortigen Stillstand herbeiführen kann.

An constructiven Einzelheiten ist hervorzuheben, dass sowohl der vordere wie der hintere Verschlussring der Trommel aus zwei Hälften bestehen, die mit Schrauben befestigt sind und nach deren Lösung von der Seite her abgenommen werden können. Dadurch wird der Innenraum der Trommel bei vorkommenden Reparaturen leicht zugänglich. Das Wasch- und Spülwasser bedarf nur eines geringen Druckes; es kommt lediglich darauf an, dass immer die nöthige Wassermenge zur Hand sei. Grosse Ausmündungen sind daher zweckmässig. Das Wasser lasse man aber nicht in Gestalt eines einzigen compacten Strahles, sondern gut vertheilt einströmen, um die den Vorschub des Sandes aufhaltenden Stosskräfte zu vernichten.

Die beiden Waschtrommeln des Stralauer Werkes haben bei 3^{m} Länge einen mittleren Durchmesser von 1^{m} und enthalten neun ganze Spiralgänge; sie machten in der ersten Zeit ihres Betriebes sieben Umdrehungen pro Minute und lieferten dabei je 2^{cbm} gewaschenen Sand pro Stunde. Die zunehmende Verunreinigung des Sandes in Folge Verschlechterung des Spreewassers, und die mit der Zeit höher gespannten Anforderungen an die Reinheit des Sandes bewogen zu einer Verminderung der Tourenzahl und in Verbindung damit zu einer Herabsetzung der Production bis auf 1·5^{cbm} pro Trommel und Stunde. Die Kosten für das Waschen belaufen sich seitdem (incl. Maschinenbetrieb) auf rund 1 Mk. pro 1^{cbm} Sand. An Waschwasser wird gewöhnlich das Zehnfache vom Volumen des Sandes, also auf 1^{cbm} Sand 10^{cbm} Wasser verbraucht, die Unkosten dafür fallen wenig in's Gewicht, da das Wasser in unfiltrirtem Zustande zur Verwendung gelangt und nur um wenige Meter gehoben wird. Der Kraftbedarf pro Trommel berechnet sich ungefähr auf 1·5 HP.

Die erste mechanische Sandwäsche nach dem eben erläuterten Piefke'schen System wurde im Jahre 1877 auf dem alten Berliner Wasserwerke vor dem Stralauer Thore erbaut; nachdem sie sich hier bewährt, hat sie sich ziemlich allgemein eingebürgert. Da man aber bei den Wiederholungen etwas sehr schablonenmässig zu Werke gegangen ist, will ich hiermit — zwar ein wenig verspätet — Gelegenheit nehmen, auf die Modification hinzuweisen, die durch Berücksichtigung der Verschiedenartigkeit des Sandes und der abfiltrirten Schlämme bedingt werden.

Es hat sich — wie schon oben erwähnt wurde — die Nothwendigkeit herausgestellt, bei der Verarbeitung stark verunreinigten Sandes die Anzahl der Umdrehungen, welche die Waschtrommel pro 1 Minute macht, zu vermindern. Je langsamer diese sich dreht, desto langsamer schiebt die Spirale den Sand vor und die Leistung nimmt in entsprechendem Grade ab. Dabei wird aber der Zufluss von Waschwasser durchaus nicht geschmälert; es fliesst vielmehr durch die Trommel in der Zeiteinheit immer dasselbe Wasserquantum hindurch, gleichviel ob sie langsam oder schnell rotirt, viel oder wenig Sand austrägt. Auf das Waschen des Sandes muss also um so mehr Wasser verwendet werden, je unreiner er ist.

Die Verminderung der Rotationsgeschwindigkeit hat weiter zur Folge, dass sich der Aufenthalt des Sandes im Waschapparat verlängert. Dasselbe würde man auch bewirken können, wenn man den Trommelkörper entsprechend verlängerte und hätte alsdann den Vortheil, die Production immer auf gleicher Höhe zu erhalten.

Die Richtigkeit dieser Auffassung liess sich zufällig einer Probe im grossen Massstabe unterwerfen. Im Sommer 1889 wurde aus den Filtern beim Reinigen ein colossal verschmutzter Sand herausbefördert. Der Um-

lauf der Trommel wurde nach und nach auf drei Umdrehungen pro Minute herabgesetzt und die Wasserzufuhr nach Möglichkeit verstärkt; der Sand wurde zwar progressiv reiner, musste aber von weiterer Verwendung ausgeschlossen bleiben. Da das aber mit dem Princip der Bewirthschaftung unvereinbar war, so blieb nichts übrig, als den Sand nach der ersten Waschung zum zweiten Male durch die Trommel zu schicken, wobei diese normalen Gang (sechs Umdrehungen pro Minute) und Wasserzufluss beibehielt. Der zweimalig gewaschene Sand war von wunderbarer Reinheit. Langer Weg, auf welchem doppelt so viel Lanzen wie sonst den Sand durcharbeiteten und reichliche Wasserzufuhr (mit Vermeidung heftig reissender Geschwindigkeit) hatten zu diesem Resultate verholfen. Wäre dabei nicht ein und dieselbe Trommel zwei Mal benutzt worden, sondern hätten zwei Trommeln hintereinander gestanden, der Art, dass der Sand aus der ersten unmittelbar in die zweite übertragen würde, so würden sich die Kosten für das vollendete Waschen um Nichts vertheuert haben. — Lange Trommeln sind ferner angezeigt, wo man es mit feinkörnigem Sande zu thun hat. Genügend durchgearbeitet muss er unbedingt werden, gleichviel welche Wegstrecke er zurückzulegen hat, und dazu gehören viel Lanzen. Auf dem langen Wege dürfen dieselben weiter auseinandergestellt werden, der Sand durchläuft daher den Apparat ruhiger und ist vor dem Fortspülen durch den Wasserstrom besser geschützt.

Der grossen Ausdehnung der Trommel nach der Längsrichtung stehen erhebliche Constructionsschwierigkeiten im Wege; schon bei 4 oder 5^m Länge ist man gezwungen, die Axe wegzulassen und die Lagerung auf Rollen zu bewirken. Das ist sehr umständlich und wegen der grossen Arbeitsverluste durch Reibung unvortheilhaft. Aber der richtige Weg ist ja bereits angezeigt durch den oben erwähnten Versuch. Statt einer übermässig langen Trommel ordne man zwei kurze an, die sich gegenseitig ergänzen. Dass der Wasserverbrauch bei diesem Arrangement etwas grösser ausfällt, ist dem beabsichtigten Zwecke durchaus förderlich.

Von dem die Aufsicht über die Sandwäsche führenden Betriebsbeamten wird der gewaschene Sand täglich auf seine Reinheit geprüft; dazu kann er natürlich keine umständliche Methode benutzen, sondern nur eine solche, die ihm augenblicklich einen Anhalt zur Beurtheilung gewährt: er schüttet einfach eine Quantität gewaschenen Sandes in ein Gefäss aus weissem Glase, rührt dieselbe in Wasser ein und sieht darnach, ob dieses, nachdem sich der Sand wieder zu Boden gesetzt hat, klar geblieben oder merklich getrübt ist. Etwaige Trübungen zeigen ihm an, dass mehr Sorgfalt auf das Waschen zu verwenden und der Gang der Maschine zu verlangsamen ist. Ein so rohes Verfahren giebt allerdings keinen hinreichenden Aufschluss darüber, in wie weit die Effectivleistung der Sandwäsche

mit dem Gesammtumfange ihrer Aufgabe sich deckt. Zu dieser Ermittelung wurde die bacteriologische Untersuchung herangezogen. Es wurden wiederholt 500 grm sowohl vom schmutzigen wie vom gereinigten Sande entnommen, mit je einem Liter sterilen Wassers in eine verstöpselte Flasche gefüllt und 5 bis 10 Minuten lang kräftig durchgeschüttelt; von dem Spülwasser wurde darauf 1 ccm mit sterilem Wasser 100 fach verdünnt und von der Verdünnung 1·0, resp. 0·5 ccm zum Giessen der Platten verwendet. Einige Resultate erhält die nachstehende Tabelle.

1 kgrm Sand enthielt entwickelungsfähige Keime:

Datum	Vor dem Waschen	Nach dem Waschen
1. Februar 1886	6298 Millionen	50 Millionen
2. „ „	7940 „	
3. „ „	5948 „	61 „
4. „ „	7586 „	
5. „ „	6538 „	
7. April „	6300 „	61·6 „
8. „ „	4320 „	73·6 „
Durchschnitt:	6420 Millionen	61·3

Reductionsverhältniss ca. 1 : 100.

Darnach hat der Sand beim Waschen von der Gesammtmenge der Bacterien mehr als 99 Procent verloren und etwas weniger als 1 Procent festgehalten. Bei anderen Versuchen stellten sich die absoluten Zahlen, da die Behandlung der Proben abwich und mit viel stärkerer Verdünnung gearbeitet wurde, erheblich höher, aber das Reductionsverhältniss blieb fast dasselbe. Der an den Sandkörnern haften gebliebene Rest von Keimen dürfte zu grossen Bedenken keine Veranlassung geben; denn erstens bildet er quantitativ eine verschwindende Verunreinigung und zweitens sitzt er augenscheinlich sehr fest, so fest, dass er erst nach lange anhaltendem Schütteln und Rütteln sich loslöst. Von der am 1. Februar untersuchten Probe gewaschenen Sandes, in der gegen 50 Millionen Keime pro 1 kgrm gefunden worden waren, wurde das Spülwasser vollständig abgegossen, darauf die Probe noch zwei Mal wie zuerst behandelt und vom Wasser der dritten Spülung wieder unter 100 facher Verdünnung Platten gegossen. Ueber 9 Millionen Keime pro 1 kgrm Sand wurden abermals constatirt, und sie verschwanden auch nicht ganz nach sechsmaliger Wiederholung des Experimentes. Nach den Ausführungen des Abschnittes I erscheint es übrigens gar nicht einmal wünschenswerth, dass der Sand durch das Waschen in einen an Sterilität grenzenden Zustand versetzt werde. Was er von der gelatinösen, durch Bacterien erzeugten Hülle festzuhalten vermag, wollen wir ihm gar nicht rauben. Hauptsache ist, dass er von den

organischen (und anorganischen) Verunreinigungen, die im Vergleiche zu den Mikroorganismen plumpe und gewichtige Massen ausmachen, möglichst vollkommen befreit werde. Die Prüfung auf Bacterien kann dabei als Richtschnur genommen werden.

Noch vor wenigen Jahren durften die Abwässer der Sandwäsche unterhalb der Wasserwerke in die Spree abgelassen werden; seitdem jedoch jedwede Verunreinigung der Wasserläufe streng untersagt ist, musste davon Abstand genommen werden. Ein Anschluss an die Canalisation war bislang nicht möglich und so blieb nichts anderes übrig, als eine besondere Reinigung der Schmutzwässer vorzunehmen. Glücklicherweise sind die in Betracht kommenden Quantitäten nicht allzu gross, etwa 250 cbm pro Tag, nämlich so viel, wie durch die Trommeln fliesst, wo hingegen das wenig verunreinigte Spülwasser von der Behandlung ausgeschlossen bleiben darf.

An ein Filtriren der Schmutzwässer war von vornherein nicht zu denken; es kam daher lediglich ein Niederschlagsverfahren in Frage, und als das bequemste und einfachste empfahl sich ein Zusatz von Aluminiumsulfat mit Zuhülfenahme von etwas Kalk für den Fall, dass der im Wasser gelöste kohlensaure Kalk nicht immer zum Zersetzen des Aluminiumsulfats hinreichen sollte. Bei der Zersetzung einer wässerigen Lösung dieses Salzes scheidet sich bekanntlich wasserreiches Aluminiumhydroxyd als voluminöse, gallertartige Masse aus, die alle im Wasser schwebenden Stoffe einhüllt und beim Niedersinken mit zu Boden zieht. Zum Einhüllen der unzähligen Partikelchen ist eine gewisse Quantität des Fällungsmittels nothwendig; sie muss durch Probiren ausgemittelt werden. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Ausscheidung des Aluminiumhydroxyds in stark verdünnten Lösungen viel langsamer vor sich geht als in concentrirten. Je längere Zeit dazu gewährt wird, um so geringer kann die Menge des Zusatzes bemessen werden. Das äusserste Grenzverhältniss blieb schliesslich 1:12000, d. h. auf 12000 Gewichtstheile Wasser ein Gewichtstheil Aluminiumsulfat. Weniger erwies sich auch bei langem Warten als unzureichend. Um das richtige Mischungsverhältniss inne zu halten, wird das Aluminiumsulfat als Lösung von bestimmtem Gehalt in ein ausgemessenes Gefäss gegossen und der Abflusshahn so gestellt, dass die Entleerung binnen einer gewissen Zeit erfolgt. Die Vermischung der Lösung mit dem Wasser findet statt, bevor dieses in die Klärbassins eintritt.

Der Effect einer durch Zusätze beschleunigten Ablagerung wird leicht durch falsche Construction des Ueberfalls für das ausfliessende Wasser beeinträchtigt. Denn construirt man denselben wie üblich als einfachen Einschnitt in die Stirnwand, so bildet sich in seiner Nähe stärkeres Ge-

fälle, unter dessen Einwirkung bereits niedergesunkene leichtere Flocken wieder gehoben werden und mit dem Wasser abfliessen. Diesen Uebelstand darf man nicht aufkommen lassen. Ein Bild der Einrichtung, die ihn umgeht, giebt Fig. 4, Taf. XI. Der charakteristische Unterschied gegenüber der untenstehenden Fig. 11, welche die fehlerhafte Construction darstellt, liegt darin, dass das Wasser aus dem Ablagerungsbassin statt durch einen gewöhnlichen Ueberlauf durch eine am Grunde der Stirnmauer befindliche weite Oeffnung *b* austritt, darauf in eine davor liegende Kammer gelangt, wo es wieder empor steigt und dann erst über den in der Höhe des normalen Wasserstandes angebrachten Ueberfall *c* in den Abzugscanal herabfällt. Damit durch die Oeffnung *b* kein niedergeschlagener Schlamm weggeführt werde, ist quer über das Bassin, parallel zur Stirnmauer und etwa 1 ^{m} davon entfernt, eine niedrige Mauer gezogen behufs sicherer Abgrenzung der Schlammschicht. Wir bemerken, dass die Oberkante dieser Mauer 0·5 ^{m} tief unter dem normalen Wasserstande resp. unter dem Ueberfall bei *c* liegt. In Folge dessen füllt das darüber abziehende Wasser einen grossen Querschnitt aus, seine Geschwindigkeit ist ausserordentlich gering und der Austritt aus dem Bassin erfolgt ohne jede Beunruhigung der tieferen Wasserschichten.

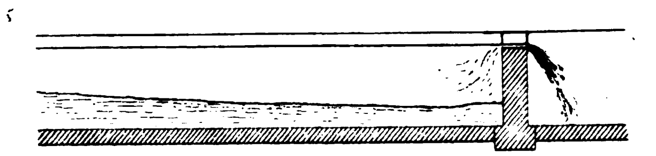


Fig. 11.

Die Klärbassins sind länglich gestaltet und an der dem Abfluss gegenüberliegenden Schmalseite befindet sich die durch eine Schütze verschliessbare Zuflussstelle. Das Wasser kommt an derselben mit grosser Geschwindigkeit an und würde weit in das Bassin hineinschiessen, wenn man es nicht in seiner Bewegung aufhielte. Durch den Anprall an eine vorgestellte Holzwand *s* wird seine Geschwindigkeit aufgehoben und es breitet sich darauf in langsamem, gleichmässigem Strome über das Bassin aus. Von Wichtigkeit ist die Regulirung der Stromgeschwindigkeit; die überaus leichten Thonerdeflocken bedürfen einer gewissen Zeit zum Niedersinken, und ferner dürfen sie nicht von der Stelle, wo sie sich niedergesenkt haben, wieder hinweggerissen werden. Das eine bedingt gewissermassen das andere. Es hat sich gezeigt, dass ein sechsstündiger Aufenthalt des Schmutzwassers in den Bassins genügt, wenn die secundliche Geschwindigkeit des Stromes bei einer Wassertiefe von 0·75 bis 1 ^{m} einen Millimeter nicht übersteigt.

Der in den Bassins angesammelte Schlamm wird von Zeit zu Zeit mit einer Schlammpumpe ausgepumpt, in Transportgefässe gefüllt und nach einem Platze, wo er keine Belästigungen hervorruft, abgefahren. Unbequem ist, dass er so sehr voluminös ist; er enthält mindestens 95 Proc. Wasser, was ihm selbst durch Pressen nicht entzogen werden kann. Die zu transportirenden Massen sind daher bedeutend und fallen bei den Kosten des Verfahrens erheblich in's Gewicht. Letztere belaufen sich pro 1 ^{cbm} Schmutzwasser gewöhnlich auf 4 Pf., wovon $^2/_5$ auf Zusätze und $^3/_5$, also der grössere Theil, auf Transport zu rechnen sind.

Das Waschen des Sandes wird durch die Verpflichtung zur Reinigung der Abwässer in empfindlichem Grade vertheuert. Die Steigerung der Kosten pro 1 ^{cbm} Sand beträgt, wenn derselbe sehr verschmutzt ist und viel Wasser auf seine Reinigung verwendet werden muss, 30 und sogar 40 Pf. Doch ist dieser Kostenaufschlag immer noch belanglos im Vergleiche zu den Ausgaben, welche das fortwährende Anschaffen neuen und das Wegschaffen des alten Filtrirmaterials verursachen würde.

Die beim Filterbetriebe in Circulation versetzten Sandmassen werden stets der oberen Hälfte der Sandschicht entnommen und kehren bei Schluss ihres, die Sandwäsche berührenden Kreislaufes früher oder später an ihren Ausgangspunkt zurück. Die Completirung der Filterbetten wird — wie oben erwähnt worden — vorgenommen, sobald die Sandschicht nur noch die Hälfte ihrer ursprünglichen Dicke besitzt. Die Zeit, die darüber vergeht, ist sehr verschieden; bei sehr forcirtem Betriebe und den Filtern unzuträglicher Beschaffenheit des Wassers darf man damit kaum länger als 1 Jahr warten. Während der obere Sand in beständiger Bewegung ist, verbleibt der untere viele Jahre lang unangetastet an seinem ursprünglichen Platze liegen; desgleichen die Kies- und Uebergangsschichten. Es fragt sich nun, ob und wann der Zeitpunkt kommt, wo auch sie der Erneuerung resp. Regenerirung bedürfen und welche Kriterien denselben zu erkennen geben.

Den einzig zuverlässigen Anhalt gewährt wieder die Bacteriologie. Vor der regelmässigen Zuhilfenahme ihrer Untersuchungsmethoden beim Filterbetriebe befand man sich über den in Rede stehenden Punkt völlig im Unklaren. Man bemerkte wohl, wie der untere Sand schmieriger und fester (dichter) wurde und schrieb das einer fortschreitenden Imprägnation mit organischen Stoffen zu, über die Natur derselben fehlte aber jedes sichere Urtheil. Man sah sie schlechthin als Reste abgestorbener Organismen an. Abgesehen von der Abnahme der Durchlässigkeit des Sandes waren indessen keine weiteren schädlichen Folgen zu bemerken. Die chemische Analyse ergab regelmässig eine Verbesserung der Wasserqualität und für die mechanische Wirksamkeit des Filters, für sein Klärungsver-

mögen erschien die zunehmende Verdichtung des Sandes durchaus erspriesslich. Was sollte also dazu veranlassen, den mit der Zeit eingetretenen Zustand der Tiefschichten unbedingt zu beseitigen? Ausschliesslich praktische Gründe drängten dazu; es musste die volle Ergiebigkeit des Filters wieder hergestellt werden, um den an das Werk gestellten Anforderungen in jedem Augenblicke genügen zu können. Man grub deshalb nach einer längeren Reihe von Jahren, wie es gerade die Gelegenheit erlaubte, den permanent im Filter verbliebenen, unteren Sand heraus und reinigte ihn in der Sandwäsche. Den Kiess liess man unberührt liegen; denn um seine Durchlässigkeit brauchte man sich keine Sorge zu machen. Als mit dieser Arbeit begonnen wurde, waren die ältesten Filter der Anlage vor dem Stralauer Thor schon über 25 Jahre im Betriebe gewesen. Nach fast dreissigjähriger Betriebsdauer kamen im Jahre 1886 die beiden offenen Filter Nr. I und III an die Reihe. Damals hatten sich die bacteriologischen Untersuchungen bereits eingebürgert und konnten zur Aufklärung des Zustandes, der sich in beiden Filtern nach so langer Zeit hergestellt hatte, benutzt werden. Hier das Resultat:

Sandproben aus den Filtern Nr. I und III
(nach fast dreissigjähriger Betriebsdauer).

(Je 100 ^{grm} Sand mit 1 Liter Wasser kräftig und lange geschüttelt, das Spülwasser im Verhältniss von 1:100 mit sterilem Wasser verdünnt und von der Verdünnung 1 ^{ccm} resp. 0·5 ^{ccm} zum Giessen der Platten verwendet).

	I	III
	in 1 ^{kgrm}	
Sand von der gereinigten Oberfläche	1353 Mill.	1586 Mill.
„ 100 ^{mm} unter derselben . . .	689 „	1751 „
„ 200 „ „ „ . . .	540 „	1873 „
„ 300 „ „ „ . . .	413 „	795 „
Kies unweit der Grenzfläche . . .	394 „	305 „

Vergleichen wir damit die Befunde des unteren Sandes aus einem anderen Filter nach ca. 10jähriger Betriebsdauer:

Sandproben aus dem Filter Nr. IX
(nach zehnjähriger Betriebszeit).

Entnommen an der gereinigten Oberfläche	735 Mill. in 1 ^{kgrm}
„ 100 ^{mm} unter derselben . .	191 „ „ „
„ 200 „ „ „ . .	150 „ „ „
„ 300 „ „ „ . .	91 „ „ „
Kies an der Grenzfläche	68 „ „ „

Die Differenzen beider Reihen sind der Ausdruck für die Veränderungen, denen die Filtrirmaterialien bei unausgesetzter Benutzung unterliegen, und es geht aus ihnen deutlich hervor, wie stark die Tiefschichten mit der Zeit von Mikroorganismen übervölkert werden. Möge auch die Wahrscheinlichkeit dafür sprechen, dass es unschuldige Wasserbacterien seien, so sterben sie doch ab, hinterlassen ein schleimiges, stickstoffhaltiges Residuum und bereiten mit Hülfe hinzukommender anderer Verunreinigungen den Sand resp. Kies immer mehr zu einem Nährboden vor, der für die Fortexistenz pathogener Gäste zunehmende Aussicht gewährt. Dem Einreissen solcher Zustände kann vom hygienischen Standpunkte aus nicht gleichgültig zugesehen werden. Man wird sich dazu entschliessen müssen, obwohl es in der hergebrachten Praxis nie geschah, nach gewissen, durch Erfahrungen zu ermittelnden Perioden, das gesammte Filtrirmaterial aus den Filtern herauszunehmen und zu reinigen. Ueber das Heranrücken dieses Zeitpunktes informiren die für geordneten Betrieb heutzutage unerlässlichen, bacteriologischen Bestimmungen.

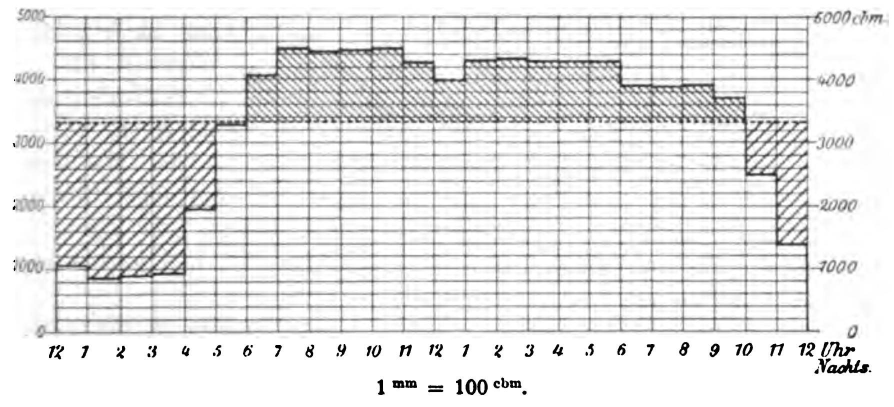
Für das Waschen des Kieses, des feineren wie des gröberen, reicht die oben skizzirte Sandwäsche ebenfalls hin. Die faustgrossen Steine der sogenannten Packung sind allerdings nur auf umständliche Weise zu reinigen, doch wird dieses Glied der Schichtung bei neuen Anlagen künftig mehr und mehr verschwinden.

Die erhöhte Sorgfalt, die dem Filterbetrieb allmählich gewidmet wurde, ist natürlich auf die Kosten desselben nicht ohne Einfluss geblieben. Dadurch, dass man auf das erste Filtrat verzichtet und den Druck über eine nach Möglichkeit niedrig gezogene Grenze nicht hinaussteigen lässt, hat sich die Ertragsfähigkeit eines Filters pro Periode nicht unerheblich vermindert und ferner durch das Ausgraben der unteren Sandlagen haben die circulirenden Sandmassen zugenommen. In Folge dessen sind die unmittelbaren Betriebskosten pro 1000 ^{cbm} filtrirten Wassers um ca. 30 Proc. gestiegen und stellen sich heut auf mehr als 3 Mk., wohingegen günstig situirte Werke für dieselbe Leistung nur 1 Mk. aufwenden. Sparsamkeitsrücksichten haben an so vortheilhaftem Resultate in der Regel einen gewissen Antheil und ob dabei dem Hauptinteresse: das Wasser nach besten Kräften herzustellen, immer in jeder Beziehung Rechnung getragen wird, begegnet mit Recht gelindem Zweifel.

Die ausführliche Prüfung des Stralauer Werkes ergab, dass dasselbe in Ermangelung guter Regulatoren für consequente Bewirthschaftung nach den in Abschnitt I aufgestellten Grundsätzen nicht geeignet ist, selbst wenn ihm eine im Verhältniss zu der grossen Filterfläche nur bescheidene Leistung zugewiesen wird. Bei der Erweiterung der Berliner Wasserwerke durch die combinirte Neuanlage Tegel-Charlottenburg hat man sich

nun bemüht, diese Lückenhaftigkeit zu vermeiden und wo es nöthig war, verbesserte Einrichtungen zu schaffen.

Das Filterwerk in Tegel, welches mit der ziemlich constanten Filtrationsgeschwindigkeit von 100 mm arbeitet, befördert das filtrirte Wasser nach drei gewaltigen, auf einem Plateau bei Charlottenburg gelegenen Reservoiren von zusammen 37890 cbm Inhalt. Aus dieser Sammelstelle schöpfen die Druckpumpen und befriedigen den Bedarf in der Stadt, wie er sich fühlbar macht. Tabelle S. 354 gab einen Ueberblick über den Gang der Wasserförderung in Charlottenburg am 21. August 1889, also an einem Tage, wo viel Wasser gebraucht wurde. Das gesammte Förderquantum von jener Seite betrug 80200 cbm, deren Vertheilung auf die einzelnen Tagesstunden entsprechend den Zahlen der Spalte 5 durch untenstehendes Diagramm veranschaulicht wird (Fig. 12). Durchschnittlich wurde



1 mm = 100 cbm.

Fig. 12.

pro Stunde 3342 cbm Wasser fortgeschafft; in den 7 Stunden von 12 Uhr Nachts bis 5 Uhr früh und 10 bis 12 Uhr vor Mitternacht blieb die Förderung hinter dem Durchschnitt zurück; es wurden während dieser Zeit nur 9496 cbm Wasser gepumpt, während von Tegel $3342 \times 7 = 23394$ cbm ankamen. Die Unterbringung des Ueberschusses im Betrage von $23394 - 9496 = 13898$ cbm vollzog sich bei der um Vieles grösseren Capacität der Reservoire mit Leichtigkeit und würde auch in dem Falle noch keine Schwierigkeiten bereitet haben, wenn zufällig eins der Reservoire behufs Reinigung ausser Betrieb gewesen wäre. Nach obiger Berechnung hat es fast den Anschein, als ob die Charlottenburger Reservoire grösser bemessen worden seien, als der Zweck der Ausgleichung erforderte. Vom bacteriologischen Standpunkte könnte man dagegen einwenden, dass jeder nicht unbedingt gebotene Verzug des Wassers auf seinem Wege nach den Verbrauchsstellen zu vermeiden sei. Hier colli-

diren indessen, wie so oft im Leben, theoretische mit praktischen Erwägungen. Die Reservoire sind deshalb so geräumig angelegt worden, um im Falle einer grösseren Betriebsstörung in Tegel, die unter Umständen ja doch momentan mit gänzlicher Stockung der Förderung verbunden sein könnte, immer noch über einen für mehrere Stunden ausreichenden Wasservorrath zu verfügen. Jene Bedenken sind nicht so schwerwiegend, dass man ihnen den Vorrang vor einer weisen Vorsichtsmaassregel einräumen müsste. Denn hängt die Unschädlichkeit eines Wassers erst davon ab, dass man etwaigen pathogenen Keimen keine Zeit zur Vermehrung lässt, so ist dasselbe ja doch schon von der Quelle aus mit Infectionsstoffen behaftet, und eine etwas schnellere Beförderung wird seinen Werth nicht sonderlich heben.

Der Tegeler Filterbetrieb ist, wie soeben nachgewiesen worden, vor den Beeinflussungen durch Consumschwankungen in ausreichendstem Maasse geschützt. Nachdem hierfür gesorgt worden, blieb noch übrig, die von dem Gesammtwerke aufzubringende Leistung den einzelnen Filtern in gleichmässiger Weise zu übertragen, damit sie nicht verschiedenartig in Contribution versetzt würden und unbewusst bei irgend einem Theile der Filterfläche die programmmässig festgesetzte Grenze der Maximalgeschwindigkeit überschritten werde. Dazu dient eine von dem Director der Berliner Wasserwerke, Herrn Ingenieur Gill erfundene, sehr ingeniöse Construction, die auf Taf. X, Fig. 3 bis 5 abgebildet ist und jetzt allgemein Anwendung findet.

Das filtrirte Wasser gelangt aus dem Sammelcanal *c* in die zweitheilige Vorkammer *k* und fliesst aus derselben durch den breiten aber niedrigen Schlitz *s* frei aus. Soll durch diese Oeffnung stündlich ein und dieselbe Wassermenge ausfliessen, so ist nur nöthig, sie permanent gleich tief unter Wasser zu halten.

Für jedes Wasserquantum, welches man dem Filter in der Zeiteinheit abzapfen will, lässt sich nach den Regeln der Hydraulik die entsprechende Tiefe *t* ohne Umständlichkeiten berechnen. Gewöhnlich arbeiten die Tegeler Filter mit 100 ^{mm} Geschwindigkeit und leisten also bei 2000 ^{qm} Flächengrösse stündlich 200 ^{cbm}. Da der Schlitz *s* ziemlich breit bemessen ist, genügen schon wenige Centimeter Druck, um eine solche Wassermenge regelmässig in der Stunde abzuführen. Nachdem für die angegebene Normalleistung die Tiefe *t* ein für alle Mal berechnet ist, wird sie markirt und für den Bassinwärter leicht erkennbar gemacht. Mit der Wassertiefe vor dem Ueberlauf (dem Schlitz) ändert sich nämlich gleichzeitig der Stand eines in dem Rohr *r* eingeschlossenen Schwimmers. Das von demselben ausgehende und über Rollen nach einer festen Scala geleitete Kettchen trägt an dem herabhängenden Ende einen wagerechten

Zeiger, welcher alle vom Schwimmer ausgeführten Bewegungen übereinstimmend (nur in umgekehrter Richtung) mitmacht. Es befindet sich in der Mitte der Scala, wenn der Wasserstand auf normaler Höhe angelangt ist und steigt oder sinkt, je nachdem jener fällt oder wächst.

Die Scala ist so angebracht, dass sie dem Bassinwärter beim Betreten der überbauten Vorkammer sofort in die Augen fällt; ein Blick auf den Zeiger genügt, um ohne Weiteres zu erkennen, ob ein Filter den vorgeschriebenen Gang beibehalten oder in ein anderes (zu schnelles oder zu langsames) Tempo gerathen ist.

Aber noch fehlt es dem Wärter an einem Mittel zur unmittelbaren Regulirung der Filtrationsgeschwindigkeit. Aus der Fig. 4, Taf. X erhellt, dass der normale Wasserstand über dem Schlitz *s* in einer Tiefe *t* unter dem Wasserniveau in den Filtern liegt, welche gleich ist dem Maximaldruck, den man beim Betriebe der Filter zulassen will. Da dieser nun aber fast 1 ^{m} beträgt, so darf er, wie aus Früherem erinnerlich, erst gegen Ende der Periode, nachdem die Durchlässigkeit der Filter bedeutend nachgelassen hat, vollständig in Anwendung kommen; vorher muss er zum grössten Theil durch künstlich geschaffene Hemmnisse absorbirt werden. Zu dem Ende ist die Vorkammer durch eine gemauerte Scheidewand in zwei Abtheilungen zerlegt, die unter einander vermittelst einer am Grunde angebrachten, durch einen Schieber *b* verschliessbaren Oeffnung miteinander communiciren. Wird der Schieber nur wenig geöffnet, so muss das Wasser durch den freigelegten, engen Spalt mit grosser Geschwindigkeit hindurchfliessen, auf deren Erzeugung der überschüssige, für die Filtration entbehrliche Druck verwendet wird. In der ersten Abtheilung der Kammer herrscht daher nicht wie in der zweiten ein constanter Wasserstand, sondern derselbe nimmt von einer hoch liegenden oberen Grenze an allmählich ab, bis er zuletzt fast um den vollen Betrag (*t*) unter dem Niveau in den Filtern steht. Die Abnahme wird wiederum durch einen Schwimmer angezeigt.

Die grossen Vorzüge der Tegeler Regulirkammer gegenüber der primitiven Ausrüstung der Stralauer Filter bestehen darin, dass der Bassinwärter beim Nachstellen des Reinwasserschiebers stets eine Controle auszuüben vermag, ob er zu viel oder zu wenig Wasser aus den Filtern herauslässt; denn letzteres wird ja fortwährend einer directen Messung unterworfen. Mit einer solchen Einrichtung ist man, wie die Erfaahrung gezeigt hat, sehr wohl im Stande, ein Filter in gleichmässigem Gange zu erhalten.

Andere Constructeure sind freilich noch einen Schritt weiter gegangen und haben sich in automatischen Regulirungen versucht. So ist z. B. die in Fig. 13 skizzirte von Lindley in Warschau zur Ausführung ge-

bracht worden; sie besteht (nach seiner Beschreibung) aus einem verticalen, teleskopischen Rohr von 600 mm Durchmesser; das äussere Rohr ist beweglich und an seinem oberen Ende mit zwei Aichöffnungen *a* (rechteckige, horizontale Schlitze von 400 × 80 mm), versehen und an einer

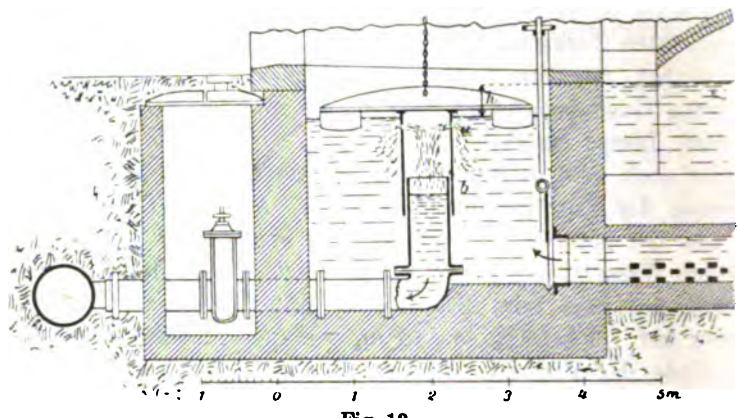


Fig. 13.

kräftigen Schwimmervorrichtung befestigt; die Aichöffnung wird hierdurch constant in einer bestimmten Tiefe unter dem Wasserspiegel in der Reinwasserkammer gehalten und entnimmt constant die festgestellte Menge

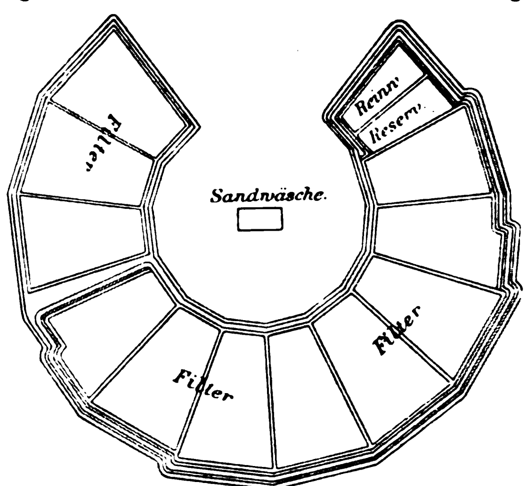


Fig. 14.

unabhängig von den Schwankungen des Wasserstandes *b*, welcher im Innern der Röhre mit dem Wasserstand im Reinwasserreservoir steigt und fällt.

Vor Beginn der Filtration ist der Wasserstand in der Reinwasserkammer auf gleicher Höhe mit jenem auf den Filtern. Sobald der Re-

gulator in Gang gesetzt wird, senkt sich derselbe, bis der Filtrationsüberdruck h, der nöthig ist, um die normale Menge zu liefern, erreicht wird; der fortschreitenden Verstopfung der Filterfläche entsprechend, senkt sich der Wasserspiegel und, demselben folgend, der Schwimmer in der Reinwasserkammer, bis der maximale, zulässige Filtrationsüberdruck erreicht ist. Um die Menge zeitweilig vermindern zu können, lässt sich die Länge der Aichöffnung durch einen Ringschieber verkleinern.

Als Neuerung tritt uns bei der Tegeler Filteranlage ferner der kreisförmig gestaltete Grundriss der zweiten Abtheilung entgegen. (Siehe Fig. 14.) Es sollen dabei in Folge Verkürzung der in dem inneren Begrenzungskreise verlegten Rohrstränge nicht unerhebliche Ersparnisse gemacht worden sein. Das Arrangement scheint auch deshalb vortheilhaft, weil der Weg, den der Sand bei seiner Circulation zurückzulegen hat, auf das knappste beschränkt wird.

Durchgreifend gegenüber dem Stralauer Werk ist der Unterschied, dass in Tegel die gesammte Filterfläche überbaut ist. Ueber die Nothwendigkeit, Filter frostsicher einzudecken, ist mancherlei geschrieben worden; die Frage hat aber trotzdem bisher nur eine sehr oberflächliche Behandlung gefunden, weshalb ich sie im nächsten Abschnitt einer gründlichen Erörterung unterziehen werde.

Untersuchungen über die Diphtherie der Tauben.

Von

V. Babes und **E. Puscariu**
in Bukarest.

(Hierzu Taf. XII.)

Die Diphtherie des Geflügels hatte schon seit lange die Aufmerksamkeit der Forscher erregt, indem dieselbe eines Theils bedeutende Verwüstungen namentlich bei werthvollen Species verursacht, anderen Theils in irgend einem Verhältniss zur menschlichen Diphtherie zu sein schien. Rivolta war wohl der erste, welcher im Jahre 1869 Gregarinen in den Pseudomembranen der erkrankten Tauben fand.[1] Im Jahre 1877 beschrieb Davaine[2] einen Cercomonas bei dieser Krankheit (Cercomonas gallinarum) und Rivolta gab im Jahre 1880[3] eine gute Beschreibung dieser Gebilde, welche wohl mit den später von Pfeiffer beschriebenen identisch sind. Rivolta beschrieb neben diesem Organismus noch ein Infusorium und in einer dritten croupösen Form der Diphtherie einen Bacillus (Epitheliomyces croupogenus).

Friedberger[4] und Zürn[5] bestätigen erstere Befunde und sind geneigt, eine durch Spaltpilze und eine durch Gregarinen bedingte Diphtherie der Vögel anzunehmen, doch sind dieselben der Frage nach der wesentlichen Rolle der letzteren nicht näher getreten.

Diese Aufgabe hatte sich neuerdings Pfeiffer[6] gestellt. Derselbe fand in allen untersuchten Formen Flagellaten und glaubt die wahre

[1] *Il medic. veterin.* Nr. 2 u. 3.
[2] *Diction. encyclop.* 1875. IX. Monadiens.
[3] *Orni tojatria* etc. Pisa.
[4] *D. Zeitschrift für Thiermedicin.* 1879.
[5] *Die Krankheiten des Hausgeflügels.*
[6] *Diese Zeitschrift.* 1888.

Taubendiphtherie schlechtwegs „Flagellatendiphtherie“ benennen zu dürfen, natürlich in der Voraussetzung, dass die Flagellaten die Diphtherie verursachen.

Pfeiffer behauptet auf Grund des klinischen Verlaufes, sehr zahlreichen Impfungen und Rückimpfungen, und des mikroskopischen Befundes, dass alle Krankheitsformen, welche bisher als bacillär-croupösdiphtheritische Schleimhauterkrankungen, als Gregarinendiphtherie, Geflügelpocken, Krebs, Epitheliom, Psorospermienkatarrh bezeichnet wurden, die gleiche Aetiologie anerkennen.

Schon früher hat Löffler[1] bei acuten Formen von Taubendiphtherie einen Bacillus isolirt, welcher bei Tauben diphtheritische Membranen hervorbringt und nach diesem Autor wahrscheinlich das Virus der von diesem Forscher beobachteten Diphtherie darstellt.

Pfeiffer welcher wohl auf Grund eigener Untersuchungen, welche aber viel zu unvollständig sind, um ein bestimmtes Urtheil zu gestatten, die Bedeutung der von Löffler bei der menschlichen Diphtherie gefundenen Bacillen nicht anerkennt, spricht sich gegen die ätiologische Bedeutung des Löffler'schen Bacillus der Taubendiphtherie aus; während Löffler, ohne hierfür weitere Belege zu bringen, als feststehend betrachtet, dass eine diphtheritisch-croupöse Schleimhautentzündung durch Gregarinen hervorgerufen werden könne. Die ungenügenden Untersuchungen Pfeiffer's, sowie die durch Mangel an Material veranlasste Unbestimmtheit Löffler's, liessen also die Frage nach der Aetiologie der Taubendiphtherie im Unklaren.

Die in Bukarest jährlich herrschende mörderische Diphtheritisepidemie gab uns daher willkommenen Anlass die Aetiologie dieser Krankheit von Neuem zu studiren.

Schon in einem früher untersuchten Fall konnten wir uns von der wesentlichen Bedeutung des Löffler'schen oder vielleicht eines sehr ähnlichen Bacillus für die Aetiologie der Krankheit überzeugen, doch wurden die Befunde erst bei der diesjährigen (1889) Epidemie genauer verfolgt.

Beschreibung der Flagellaten und der Bacillen.

Wir wollen zunächst versuchen, die beiden in Betracht kommenden Gebilde genauer zu beschreiben.

Die Flagellaten und gewöhnlich auch mehr oder minder ähnliche Gebilde, welche von Pfeiffer als Entwickelungszustände und Ruhezustände gedeutet werden, konnten von uns, sowie vom Herrn Assistenten

---

[1] *Mittheilungen aus dem Kaiserl. Gesundheitsamte.* 1884. Bd. II.

G. Marinescu, in 3 Epidemieherden der Diphtherie in grösserer oder geringerer Menge erkannt werden. Sie entsprechen ziemlich der Gattung Trichomonas Grassi's, sind aber gewöhnlich kleiner, etwa 8 bis 16 μ lang und etwa 6 bis 10 μ breit. Dieselben sind nackt, farblos, haben am Hinterende einen protoplasmatischen Fortsatz, welcher mit einem kurzen steifen Faden versehen ist und anscheinend zum Festhaften dient. Auch das Vorderende ist oft zugespitzt und besitzt vier gleichlange Geisseln, länger als der Körper, deren gewöhnlich zwei (nicht eine wie bei der von Grassi beschriebenen Form) sich an der Bauchseite nach rückwärts schlagen und durch ihre undulirende Bewegung den Eindruck eines welligen Saumes hervorbringen. Wenn man durch Zusatz von sehr verdünnter wässeriger Methylviolettlösung unter dem Mikroskop die Monaden schwach färbt und die Bewegung derselben verlangsamt, strecken sich auch die Bauchgeisseln nach vorne und bilden ein schwach undulirendes Bündel. Oft erkennt man, dass 2 oder 3 Kopfgeisseln, manchmal auch der hintere Fortsatz die Verzweigung eines dickeren Stammes bilden, während die Bauchgeisseln frei sind, oft am hinteren Bauchende frei und gewöhnlich knopfförmig enden. Wir konnten ebensowenig wie Pfeiffer einen Kiel an der Rückseite erkennen. Im Innern der Monade, etwa in der Mitte derselben findet sich ein einfacher oder doppelter Nucleus. Auch erkennt man kleinere glänzende Kügelchen oder mehrere grössere undeutliche Vacuolen im Innern des Körpers, welche manchmal gequollen, ödematös geworden sind und die Körperhülle hervorbuchten. Oft findet man ein Individuum in der Mitte verdünnt, eingeschnürt oder zwei Individuen am Hinterende zusammenhängen, oder aber hängt ein kleiner knospenartiger Fortsatz an einem grossen Individuum.

Durch das erwähnte Verfahren kann man beobachten, wie die Flagellaten in den Ruhezustand übergehen. Der Körper nähert sich der Kugelform, ist oft mit einem unregelmässigen Saum versehen, für dessen Bedeutung als Flimmersaum wir keine Anhaltspunkte gewinnen konnten; der hintere Fortsatz verschwindet und die Flagellen, welche nur wenig gefärbt werden, nehmen unregelmässige Gestalt an oder sind nicht mehr zu erkennen. Im Innern der mehr oder minder gefärbten, einem Leukocyten nicht unähnlichen Gebilde finden sich Vacuolen und 1 oder 2 Nuclei. Oft sind sie einförmig gefärbt und erinnern an hyaline Kugeln.

Ausser diesen Formen findet man häufig zu Anfang des diphtheritischen Processes bloss runde Formen, welche an weisse Blutkörperchen erinnern. Dieselben haften mittelst eines kurzen feinen Fortsatzes an Epithelzellen, Blutzellen oder albuminösen Massen und besitzen ein kleines Bündel kurzer Cilien, deren Bewegung an jene der Flimmerepithelien erinnert. Frei geworden zeigen sie aber selbständig mehr oder minder

schnelle Ortsbewegung. Wir waren nicht im Stande Uebergänge der frischen runden Formen in die pyriformen zu beobachten und es ist sehr fraglich, ob es genügt, aus den länglichen Formen runde Ruhezustände zu erzeugen, um umgekehrt folgern zu können, dass alle beweglichen Rundformen identisch seien und in die beweglichen Längsformen übergehen können. Auch die Möglichkeit von Uebergängen der Flagellaten in Cystenformen scheint uns nicht bewiesen zu sein.

Trotzdem Pfeiffer vier Geisseln am Vorderende beschreibt, erwähnt derselbe doch auch eine undulirende Membran, von deren Gegenwart wir uns nicht überzeugen konnten, während wir die undulirende Bewegung an der Bauchfläche mit Bestimmtheit, wie erwähnt, auf die Gegenwart zweier Bauchgeisseln zurückführen konnten.

An anderen Stellen spricht derselbe von bloss einer Kopfgeissel.

Endlich müssen wir noch bemerken, dass Pfeiffer die Grösse der Flagellaten namentlich im Ruhezustand offenbar überschätzt, indem er denselben, welche doch den weissen Blutkörperchen täuschend ähnlich sehen können, einen Durchmesser von 0·1 ^{mm} (also etwa 10 Mal so gross als jenen der weissen Blutkörperchen) zuschreibt. Nach unseren Messungen erreichen Ruhezustände der Flagellaten kaum über 0·01 ^{mm} Länge und etwa 0·004 ^{mm} Dicke. Die Ruhezustände und die runden beweglichen Formen können durch gewisse Kennzeichen von den zahlreich vorhandenen Rundzellen unterschieden werden. Jene sind oft etwas grösser, ungleich gross 0·004 bis 0·007 ^{mm}, blasser, mit Vacuolen versehen, blasser färbbar oder aber einförmig wie Hyalin gefärbt, mit einem homogenen sehr schwach färbbaren Kern, während die Rundzellen einen oder mehrere gewöhnlich gut färbbare Kerne und oft eine Menge fettglänzender Körner enthalten, welche bei Flagellaten nicht wahrgenommen werden konnten.

Die Flagellaten können in Bouillon mehrere Tage leben und scheinen sich hier auch zu vermehren, während dieselben in destillirtem Wasser sehr schnell verschwinden.

Betrachten wir nunmehr die bei der Vogeldiphtherie beobachteten Bacterien. An der Oberfläche und in der Tiefe der diphtheritisch entzündeten Schleimhaut wurden häufig Bacterien gefunden. Klebs hatte bei Hühnerdiphtheritis einen grossen Bacillus gesehen, dessen Bedeutung dieser Forscher nicht erkennen konnte. Löffler beschrieb in seiner grundlegenden Arbeit über Diphtheritis im Jahre 1884[1] eine Epidemie von Taubendiphtherie mit rasch tödtlichem Verlauf. Wir wollen hier die Angaben Pfeiffer's über den Löffler'schen Bacillus wiedergeben, um zu zeigen, dass dieselben die Angaben Löffler's nicht genau wieder-

[1] *Mittheilungen aus dem Kaiserl. Gesundheitsamte.* Bd. II.

geben, so dass vielleicht hierdurch die Unterschätzung desselben durch Pfeiffer erklärt werden kann.

„Aus den Pseudomembranen züchtete derselbe einen Bacillus doppelt so dick wie der Tuberkelbacillus und oft an einem Ende verdickt. Subcutane Inoculationen erzeugen bei Meerschweinchen und kleinen Vögeln weissliche oder hämorrhagische Exsudate und den Tod der Versuchsthiere.

Hausmäuse gehen 5 bis 8 Tage nach der Infection zu Grunde und zeigen eine eigenthümlich marmorirte Leber mit weissen Flecken, deren Gefässe die Stäbchen enthalten. In die Trachea von Hühnern und Tauben eingeführt entstehen Pseudomembranen und schwere Gefässalterationen (Hämorrhagisches Oedem, Lymphdrüsenblutungen)."

Wenn wir Löffler's Beschreibungen genauer nachsehen, finden wir offenbar mehr und wichtigere Thatsachen als die Pfeiffer's Auszug vermuthen lässt.

Dennoch hatte sich Löffler sehr vorsichtig ausgesprochen, indem derselbe nur einen Fall von Diphtheritis zur Verfügung hatte; doch wurde derselbe so gut verwendet, dass die Versuche mit grosser Wahrscheinlichkeit Schlüsse zulassen.

Es ist in Folge dessen kaum fraglich, dass der von Löffler beschriebene Bacillus im Stande ist bei Tauben Diphtheritis und selbst den Tod — nicht wie Pfeiffer meint unter einfach septischen Erscheinungen, sondern — unter denselben Erscheinungen wie bei spontaner Diphtheritis herbeizuführen. Septische und hämorrhagische Erscheinungen traten hingegen bei Thieren auf, bei welchen der Bacillus unter die Haut geimpft wurde.

Auch Tauben, welchen der Bacillus unter die Haut gebracht wurde, zeigen Allgemeinerscheinungen neben localen bedeutenden Schwellungen, welche aber zur Heilung führen. Pfeiffer selbst hat in Fällen septischer Diphtheritis durch Ueberimpfung des Exsudates Mäuse schnell getödtet, bei deren Section die von Löffler als charakteristisch betrachtete Lebererkrankung gefunden wurde.

Da aber die Mäuse nicht mit jener Regelmässigkeit und schneller zu Grunde gingen, wie jene Löffler's und da die Angaben Pfeiffer's nicht erschöpfend sind, können wir uns über die Art des Virus nicht aussprechen. Es werden eben keine Angaben darüber gemacht, ob der Löffler'sche Bacillus oder irgend ein anderes Bacterium aus dem Schnabel der Tauben, vielleicht selbst mehrere Bacterien in diesem Falle den Tod der Maus verursacht hatten.

Die Bacillen selbst sind auch von Löffler nicht ausführlich beschrieben. Pfeiffer beschreibt dieselben nach Löffler, doch wohl unrichtig. Er scheint namentlich dieselben mit den Bacillen der menschlichen Diphtherie zu verwechseln, wenigstens finden wir bei Löffler

keine Erwähnung der angeschwellten Enden der Bacillen; auch wird die Dicke derselben von Pfeiffer nicht genau angegeben.

Löffler beschreibt die Stäbchen als etwas länger und schmäler als jene der Kaninchensepticämie, an den Enden abgerundet und in Haufen beisammen liegend; dieselben sind unbeweglich, bilden auf Gelatineplatten in der Tiefe weisse Kugeln und an der Oberfläche weissliche ausgebreitete Plaques, die bei geringer Vergrösserung gelblich-bräunlich leicht chagrinirt erscheinen. Auf Kartoffel bilden sie einen Ueberzug vom Aussehen der Kartoffeloberfläche, nur durch etwas grauliche Farbe ausgezeichnet. Auf Blutserum entwickeln sie sich als grauweissliche, etwas durchscheinende Beläge. Unsere eigenen aus zahlreichen Fällen gewonnenen Reinculturen stimmen mit der Beschreibung Löffler's überein, zeigen aber ausserdem noch folgendes Verhalten: auf Gelatine bildet die Stichcultur der Stäbchen eine sich rasch verbreitende flache, glänzende, weissliche durchscheinende, später gelbliche unregelmässig zackig begrenzte Colonie. In der Tiefe des Impfstiches besteht ein graulich, durchscheinender Strich, welcher in der Tiefe deutlich gekörnt erscheint. Nach längerer Zeit entwickeln sich die Colonieen an den tiefsten Stellen in etwa mohnkorngrossen, bräunlichen Kügelchen.

Der Bacillus ist so wie der einigermassen ähnliche Typhusbacillus ein Krystallbildner.

Nach einer Woche oder später bilden sich vom Beginne des Impfstiches ausgehend bis erbsengrosse Büschel länglicher, weisslicher Krystalle, gewöhnlich grösser, länger, heller als jene in Typhusculturen.

Auf Agar-Agar entstehen längs der Impfstriche dünne durchscheinende, glatte und scharf begrenzte Bänder, welche im durchfallenden Lichte bräunlich erscheinen, während auch in der Tiefe der Nährsubstanz ein bräunlich-graulicher Strich auftritt. Hier finden sich auch oft Krystalle in Form etwa 1 ^{cm} langer glänzender Nadeln.

In Bouillon verursachen die Bacillen weissliche Trübung und mässig viel Sediment. Die Bacillen wachsen gut im luftleeren Raume, entwickeln sich schnell bei Körpertemperatur, langsamer bei Zimmertemperatur. 1 Monat alte Gelatineculturen waren nicht abgestorben, hatten aber oft ihre Pathogenität eingebüsst.

Die Bacillen erscheinen in Form abgerundeter, glatter gleichmässiger oft etwas gekrümmter Bacillen, oft parallel, Gruppen bildend, manchmal an einem Ende etwas geschwellt, blasser oder dunkler gefärbt, hier und da zu kurzen Fäden auswachsend, oder namentlich in frischen Culturen ganz kurze, fast ovale, oft eingeschnürte Formen bildend.

Ihre Dicke ist, mit Methylviolettblau gefärbt, etwa 0·3 μ, ihre Länge in Culturen sehr verschieden. Sie färben sich intensiv mit Anilinfarben,

entfärben sich aber nach Gram's Methode oder bleiben nur blass gefärbt. Sporenbildung konnte an denselben nicht entdeckt werden.

Wir wollen hier bloss noch kurz bemerken, dass der Bacillus sich Versuchsthieren gegenüber im Allgemeinen so verhielt, wie in Löffler's Experimenten. Namentlich gingen Mäuse nach Impfung mit reinem Material mit grosser Regelmässigkeit 4 bis 8 Tage nach der Impfung zu Grunde und konnte dies Verhalten in einem Falle bei Löffler sechs Generationen hindurch, in einem unserer Fälle fünf Generationen hindurch verfolgt werden.

Nachdem, diesen Angaben zu Folge, wohl nicht zu bezweifeln ist, dass wir hier in Bukarest eines Theils mit den von Pfeiffer beschriebenen Flagellaten, andern Theils mit dem von Löffler beschriebenen Bacillus zu thun haben, wollen wir an der Hand zahlreicher genauer untersuchter Fälle die Betheiligung dieser, sowie anderer aus den Krankheitsproducten isolirten Organismen an dem Processe selbst näher treten.

Beschreibung der untersuchten Diphtheriefälle.

Fall I. Am 29. Mai 1889 wurden 2 kranke Tauben in das Institut gebracht, welche folgende Erscheinungen zeigten:

Die Eine war in hohem Grade abgemagert und hinfällig, unter der Zunge fanden sich einige erhabene trockene, starre, dunkelgelbe Pseudomembranen, welche sich mit einiger Gewalt abheben lassen, indem unter denselben eine erodirte Stelle erscheint. Nach 1 Stunde ging das Thier zu Grunde und fanden sich bei der Section noch mehrere ähnliche Pseudomembranen im Pharynx. Die Lungen sind emphysematös, die Leber blass und brüchig, das Herz vergrössert, enthält wenig Blut mit gelblich verfärbter zerreisslicher Musculatur. Die Wandung des Darmes erscheint geschwellt und injicirt, ebenso wie die Lymphdrüsen desselben. Nicht nur aus den Pseudomembranen, sondern auch aus den inneren Organen und aus dem Blute konnten auf den verschiedenen Nährsubstanzen Culturen erhalten werden, welche zum grössten Theil jenen der von Löffler bei der Taubendiphtherie beschriebenen Bacillen entsprechen (Bacillus I).

Dieselben bilden auf Agar-Agar breite, glänzende, confluirende, scharf und unregelmässig begrenzte, flache, durchscheinende, etwas gelbliche Colonieen, während in der Tiefe der Impfstriche eine feine weissliche Körnung zu erkennen ist. Diese Colonieen sind aus kurzen, an den Enden abgerundeten, etwa $0 \cdot 3\,\mu$ dicke Bacillen zusammengesetzt. Dieselben färben sich gut mit einfachen Anilinfarben und schwach nach Gram. Manche der Bacillen sind zu kurzen Fäden ausgewachsen, etwas gebogen, gleichmässig dick, manchmal aber am Ende etwas verdickt und blässer, gewöhnlich parallel gelagert.

In anderen Culturen, namentlich aus den Pseudomembranen, entwickelten sich auf Agar-Agar noch einige andere Colonieen, so kleine scheibenförmige, weissliche Plaques, welche aus Kommabacillen und Spirillen von $0 \cdot 4\,\mu$

Dicke und mit zugespitzten Enden zusammengesetzt sind. Oft erkennt man dunklere oder durch Methylenblau röthlich gefärbte Punkte am Ende oder in der Mitte der Bacillen (Bacillus II).

Ferner konnten noch grosse Capselbacterien von 0·7 bis 0·8 μ isolirt werden (Bacillus III).

Eine Reincultur, aus dem Blute der Taube (Bacillus I), wurde einem Kaninchen in die Conjunctiva und einer Taube unter die Zunge geimpft. Schon am zweiten Tage zeigt das Kaninchen Pseudomembranen, Schwellung und Verklebung der Lider, Photophobie und subfebrile Temperatur 39·8° C. Nächsten Tages entwickelt sich die Pseudomembran in Form einer reichlichen, pulpösen, weisslichen, umschriebenen Masse, welche mit der Inoculationsstelle inniger zusammenhängt. Nach 10 Tagen war Entzündung und Pseudomembran verschwunden.

Die Taube zeigt an der Impfstelle nächsten Tages geringe Entzündung und einen umschriebenen weisslich-gelben Fleck, welcher in den nächsten Tagen zu einer dünnen, trockenen, umschriebenen Pseudomembran auswächst und nach 5 Tagen verschwunden war.

Ein aus Cultur 7032 (I. Fall, Bacillus I) unter die Conjunctiva geimpftes Kaninchen zeigte schon nächsten Tages Verklebung der Lider durch eine klebrige Flüssigkeit, welche sich im Conjunctivalsacke angehäuft hat, während das obere Lid geschwellt und hyperämisch ist. An der Impfstelle finden sich weissliche, umschriebene, elastische adhärente Pseudomembranen von 3 bis 4 ^{mm} Dicke; auch die Cornea ist injicirt und besteht geringer Exophthalmus. Nach 6 Tagen ist dieser Zustand noch accentuirter, verbessert sich aber ziemlich schnell, um nach 11 Tagen zur Norm zurückzukehren.

Die zweite Taube (Fall II) starb nächsten Tages mit folgendem Befunde: der Cadaver ist äusserst abgemagert, unter der Zunge und im Rachen reichliche, gelbliche, käsige Pseudomembranen und dicker Schleim; ebensolcher Schleim in der Trachea. Die Lungen lufthaltig; das Herz leer, schlaff; die Milz klein; die Leber vergrössert, gelblich-grau, metallisch glänzend, brüchig; die Gedärme sind hyperämisch und enthalten viel ganz flüssige oder schleimmige Massen. Aus allen Organen und aus den Pseudomembranen wurden 21 Culturen angelegt. Aus den Organen entwickelten sich fast ausschliesslich dieselben Bacterien wie im ersten Fall (Bacillus I).

Eine mit einer Reincultur aus der Pseudomembran geimpfte Taube (II*a*) zeigt 3 Tage nach der Infection gelbliche Auflagerungen, welche später erhaben, etwas verbreitert, käsig erscheinen. Am 6. Tage ist die Taube traurig und röchelt beim Athmen, die Pseudomembranen sind reichlicher, es besteht Diarrhoe. In den Pseudomembranen finden sich wenige kleine, längliche, stark bewegliche Flagellaten. Nach Entfernung der Pseudomembranen erholt sich das Thier und ist nach 12 Tagen geheilt.

Von den Pseudomembranen dieser Taube wurden 2 Tauben (II*b* u. II*c*) inficirt. Schon nächsten Tages erscheinen gelbliche Flecken an Stelle der Scarification, welche bei einer derselben schnell an Ausdehnung zunahm. Während bei Taube II*b* die Pseudomembranen klein und umschrieben blieben und am 6. Tage verschwanden, breiteten sich die bei Taube II*c* entwickelten aus, erreichten bedeutende Dicke, käsige Consistenz und alle Charaktere der spontanen Krankheit. Am 7. Tage erstreckt sich die Pseudo-

membran auch in die Tiefe, verbreitert sich mit difusen Rändern, es treten kleine Hämorrhagien und schwärzlich violette Flecken in der Pseudomembran auf, die untere Mandibula ist geschwellt, injicirt und inducirt. Die Pseudomembran enthält reichliche charakteristische Flagellaten in energischer Bewegung.

Aus den Pseudomembranen wurden von Neuem 4 Tauben unter die Zunge und 2 Kaninchen unter die Conjunctiva geimpft.

Am 8. Tage sitzt die Taube traurig, mit gesträubten Federn, Körpertemperatur erhöht, die Pseudomembranen nehmen fast die ganze Schleimhaut der Rachenhöhle ein, indem dieselben zusammenfliessende Inseln darstellen und aus dem Schnabel und den Nasenlöchern fliesst schmutzige gelbliche klebrige Flüssigkeit. Die Pseudomembranen enthalten grosse Massen von Flagellaten. Nach etwa 10 Tagen beginnt das Thier sich zu erholen und ist am 22. Tage nach der Impfung gesund.

Bei drei von dieser Taube geimpften Tauben traten Pseudomembranen auf, welche aber bald verschwanden, während bei der vierten dieselben Erscheinungen constatirt werden, wie bei der Taube II*c*, doch erholt sich auch diese Taube nach 20tägiger Krankheit.

Die mit diesen Tauben zugleich inficirten Kaninchen zeigen unbedeutende Irritationserscheinungen. Bei einem entsteht 1 Tag nach der Impfung eine kleine weissliche, pulpöse, wenig adhärente Pseudomembran, welche aber nach einigen Tagen verschwindet. In derselben werden zahlreiche Bacterien, doch keine Flagellaten gefunden.

Nach einem Monate ging das Thier wohl an einer intercurrenten Infectionskrankheit, wohl der Gruppe der hämorrhagischen Septicämieen angehörig, zu Grunde, indem bei der Section Hyperämie und parenchimatöse Entartung der Organe, sowie in Leber und Nieren capillare Thromben kleiner Diplobacterien gefunden wurden. Aus den inneren Organen konnte dieses Bacterium auf Gelatine und Agar-Agar in Form weisslicher, opaker, matter, rundlicher Plaques reingezüchtet werden. In den Culturen fand sich das Bacterium in Form ovaler Bacterien, Diplobacterien oder kurzer abgerundeter Bacillen mit dunkler gefärbten Enden, mässig gut gefärbt, $0 \cdot 4$ bis $0 \cdot 5\,\mu$ breit.

Eine Taube (II*d*), welche mit Bacillus I geimpft wurde, erkrankte nächsten Tages, zeigte eine gelbliche Pseudomembran, welche später dicker wurde, sich ausbreitete und käsige Consistenz annahm. Zugleich war der Rachen mit dickem Schleim bedeckt und die Taube matt. Das Thier erholte sich indessen, indem nach 14 Tagen die Schleimhaut ihr normales Aussehen bekam. Eine mit dieser Cultur über der Schwanzwurzel geimpfte Maus ging nach 6 Tagen zu Grunde und fand sich die charakteristische, marmorirte Leber mit weisslichen Flecken.

Am 1. Juni wurden uns aus demselben Hofe eine dritte Taube Fall III gebracht. Die Temperatur erreichte bei derselben $41 \cdot 8^{0}$ C., die Respiration ist beschleunigt, die Taube hält den Schnabel geöffnet, aus den Nasenlöchern fliesst citronengelbe, trübe Flüssigkeit. An der Schleimhaut des Schnabels und des Rachens finden sich gelbliche, ziemlich zähe, dicke Pseudomembranen mit fötidem Geruch. Aus den Pseudomembranen wurden Fragmente frisch untersucht und Culturen angelegt.

In den frischen Präparaten wurden zahllose, manchmal zu Gruppen vereinigte Flagellaten in energischer Bewegung gefunden, sowie eine grosse Menge von Rundzellen, deren Grösse von jener der Flagellaten wenig abweicht; dieselben zeigen aber weniger Grössenunterschiede als die Flagellaten. Die Rundzellen färben sich besser mit Anilinfarben, enthalten fettig glänzende Körner, während die Flagellaten blasse Vacuolen und ein genetztes Protoplasma erkennen lassen. Auch im Innern dieser Organismen finden sich mit Osmiumsäure dunkelbraun färbbare Stellen.

Ausserdem fanden sich in den Pseudomembranen enorme Massen verschiedener Bacterien. Aus den Pseudomembranen wurden 2 Tauben (III*a* und III*b*) unter der Zunge in die scarificirte Schleimhaut, ein Kaninchen unter die Conjunctiva, ein zweites in die vordere Augenkammer und eine Maus unter die Haut geimpft. Nach 2 Tagen fanden sich an der Conjunctiva der inficirten Kaninchen reichliche weissliche, elastische, zerreissliche, sehr adhärente Pseudomembranen.

Dieses Exsudat ist aus Leukocyten, wenig Fibrin, grössere runde Zellen mit glänzenden Kugeln im Innern, sowie aus grossen ovalen granulirten Zellen mit grossem Kern zusammengesetzt.

In der Vorderkammer des hier inficirten Kaninchens finden sich zwei weissliche, opacke Punkte.

Eine der inficirten Taube (III*a*) zeigt an der scarificirten Stelle beiderseits eine ziemlich erhabene hellgelbe, scharf begrenzte, adhärente Pseudomembran.

Die inficirte Maus ist noch gesund.

Die spontan erkrankte Taube (III) starb nächsten Tages und wurde bei der Section Folgendes gefunden: Bedeutende Abmagerung, die inneren Organe fast normal, die Leber indessen schwärzlich-violett.

Aus den Pseudomembranen des Pharynx wurden wieder 2 Tauben (III*c* und III*d*) unter die Zunge geimpft, sowie 2 Mäuse, welche eine frühere Infection überstanden hatten, sowie eine junge Krähe in die Mundschleimhaut.

Nach 4 Tagen starb die Krähe. Dieselbe zeigte an der Impfstelle eine kleine harte, injicirte Anschwellung der Schleimhaut mit gelbem Centrum, welches eine pulpös-käsige Masse enthält, welche die Charaktere einer diphtheritischen Pseudomembran aufweist. Die Organe wiesen makroskopisch keine Veränderungen auf. Aus denselben wurden Culturen angelegt, welche zum grossen Theil jenen der Löffler'schen Bacillen ähneln. Ausserdem konnten noch auf Gelatine (Cultur 7182) langsam in der Breite verflüssigende, ein weissliches Häutchen und pulverähnliches Sediment bildende ovale Bacterien oder Lanzettbacterien von 0·4 bis 0·6 μ Breite, mässig intensiv gefärbt, isolirt werden (Bacillus V) von welchen einer Maus unter die Haut gebracht wurde.

In einer anderen Cultur (7196) auf Agar-Agar aus der Pseudomembran entwickeln sich breite glänzende, umschriebene weissliche, durchscheinende Plaques; dieselben ähneln jenen der Diphtheriebacillen, doch ist die Form der Bacillen etwas verschieden von gewöhnlichem Aussehen der Löffler'schen Bacillen. Es sind kleine Diplokokken oder längliche, gekrümmte Formen mit chromatischen Punkten, oft wie aus solchen Punkten zusammengesetzt, von 0·3 μ Dicke, und blasser Färbbarkeit (Bacillus VI).

Aus dieser Cultur wurde eine Taube unter die Zunge und eine Maus unter die Haut geimpft.

Eine von Taube III inficirte Taube (III *a*), welche 3 Tage hindurch gelbe begrenzte Pseudomembranen gezeigt hatte, ist nach 6 Tagen gesund und zeigt eine kleine Narbe an Stelle der Scarification.

Taube III *b* und III *c* haben zur selben Zeit noch ausgesprochene, gelbe umschriebene, sehr adhärente Pseudomembranen an der Impfstelle. Bei einer erkennt man wenige bewegliche Flagellaten, kleiner als bei Taube III (8 μ Länge).

Der Bulbus des aus Taube III inficirten Kaninchens zeigt eine weissliche Masse in der vorgewölbten Vorderkammer und ausserdem Panophthalmitis; derselbe wurde enucleirt und fand sich in der Vorderkammer eine reichliche weisse, elastische, pseudomembranöse Masse, welche in einem Stücke ausgehoben werden konnte. Im Glaskörper fand sich eine weissliche, trübe Masse, welche viele Leukocyten enthält, während die Ausfüllung der Vorderkammer aus Fibrin, Leukocyten und grösseren granulirten Zellen besteht. Hier finden sich auch mässig viel verschiedene Bacillen doch keine Flagellaten. Ebensowenig erkennt man diese Organismen in der Conjunctiva oder in den noch immer reichlichen Pseudomembranen des aus Taube III geimpften Kaninchens.

Das Kaninchen ging 8 Tage nach der Impfung unter bedeutender Abmagerung zu Grunde. Bei der Section fand man viel geronnenes Blut im Herzen, die Lungen hinten hyperämisch und verdichtet; die Mesenterialgefässe hyperämisch, die Milz vergrössert, pulpös, dunkelbraun. Die Leber hyperämisch, zerreisslich, dunkelbraun. Die Nieren vergrössert, blass, graubraun.

Die übrigen aus verschiedenen Culturen geimpften Thiere zeigen keine bemerkenswerthe Reaction.

Am 10. Juni wurden aus einem anderen Schlage 2 Tauben zur Untersuchung gebracht, eine eben verendete und eine schwerkranke.

Die erstere (Fall IV) zeigte excessive Abmagerung, massenhaften schmutzig, gelblichen, dichten Schleim und gelbe, fast käsige, bröcklige Pseudomembranen an der Rachenschleimhaut. Die Leber ist dunkelbraun mit braunrothen Flecken und Punkten, die Milz kaum vergrössert, ebenso die Nieren. In der Wand des Dünndarmes finden sich Ecchymosen, und die Lymphsäcke des Darmes sind mit elastischen, festeren Pseudomembranen und mit pulpös-käsigen, gelben, pseudomembranösen Massen ausgefüllt.

Sowohl die Pseudomembranen des Rachens als auch jene der Lymphdrüsen lassen eine grosse Anzahl von Flagellaten erkennen. Die aus den Organen angelegten Culturen liessen grössten Theils in Reincultur die Löffler'schen Bacillen erkennen. Neben dem Bacillus fanden sich noch verschiedene Kokken, eine Sarcine, der Staphylococcus aureus, feine Capselbacillen, wie im Fall II und III. Aus den Peeudomembranen wurde ein Kaninchen in die Conjunctiva und eine Taube in den Rachen geimpft.

Die lebend eingesendete Taube (Fall V) sitzt sehr niedergeschlagen mit gesträubten Federn, beschleunigter, geräuschvoller Athmung, Temperatur 42° C. Aus dem Schnabel fliesst gelblicher, putrider Schleim. Die verdickte Schleimhaut ist mit dicken, gelben, schmutzigen Plaques bedeckt, welche an den Nasenlöchern und der Schnabelcommissur festhaften. Das linke Auge

ist durch trockene Krusten verschlossen, welche noch die Haut der Orbital- und Temporalgegend bedecken. Die Pseudomembranen enthalten neben Bacterien eine grosse Anzahl von Flagellaten, namentlich in der Tiefe der Pseudomembran und unter derselben.

Dieser Zustand verschlimmert sich in den nächsten Tagen, die nässende Kruste an den Lidern bedeckt auch die Conjunctiva und den Bulbus, die Federn des Kopfes und des Halses fallen ab oder sind mit grosser Leichtigkeit zu entfernen. Am 4. Tag scheinen die Pseudomembranen etwas vermindert, während der Allgemeinzustand derselbe bleibt. Nach 9 Tagen stirbt die Taube unter starker Abmagerung, und wurden im Rachen und im Larynx wenige Pseudomembranen und reichlicher Schleim gefunden.

Die Lungen sind schwarzroth derb, zum Theil luftleer; die Leber grösser, schwarzbraun; die Milz und die Nieren anämisch, zerreisslich. Aus den Organen wurden Culturen hergestellt, welche grössten Theils dem Löffler'schen Bacillus entsprechen. Ausserdem entwickelten sich noch schlanke Bacillen von $0 \cdot 2 \mu$ Dicke mit verdickten Enden, welche die Gelatine verflüssigen, und ovale Bacterien oder Diplobacterien mit stark gefärbten Polen, dem Bacillus der Kaninchensepticämie ähnlich wachsend, von $0 \cdot 5 \mu$ Breite.

Das aus Taube IV geimpfte Kaninchen zeigt schon nächsten Tages eine deutliche, weissliche, elastische oder pulpöse adhärente Pseudomembran, welche sich über die Impfstelle hinaus erstreckt. Die Lider sind geschwellt und hyperämisch.

Die Krankheitserscheinungen werden in den nächsten Tagen noch ausgesprochener, die Pseudomembran verbreitet sich über die ganze Conjunctiva, das Auge thränt, die Conjunctiva ist getrübt. Die Mucosa selbst ist stark infiltrirt; das Thier ist äusserst abgemagert und geht am 13. Tage zu Grunde, ohne bedeutende Temperaturerhöhung ($39 \cdot 8^0$) aufgewiesen zu haben.

Die Pseudomembran ist mikroskopisch aus Fibrin, Leukocythen und grösseren runden Elementen mit glänzendem körnigem Inhalt zusammengesetzt und enthält keine Flagellaten. Nur aus der Niere konnte eine Cultur des Löffler'schen Bacillus herangezüchtet werden, während die Pseudomembran verschiedene Bacterien enthielt und die mit dem Safte anderer Organe beschickten Nährsubstanzen steril blieben.

Aus der Pseudomembran des Kaninchens wurde ein Kaninchen und eine Taube geimpft. Das Kaninchen zeigte denselben Krankheitsverlauf wie das erstere und geht unter ähnlichen Erscheinungen nach 8 Tagen zu Grunde.

Die Taube zeigt nach 2 Tagen an der Impfstelle eine gelbliche, erhabene, festhaftende Pseudomembran, welche sich in den nächsten Tagen ausbreitet, käsig-bröcklig, schmutzig erscheint, in die Tiefe der Schleimhaut greift und am 12. Tage sich abzustossen beginnt.

In den Pseudomembranen konnten keine Flagellaten erkannt werden, wohl aber wurden die Löffler'schen Bacillen aus derselben herangezüchtet.

Aus der dritten Ueberimpfung einer Reincultur des Löffler'schen Bacillus auf Agar-Agar wurden 2 Tauben unter die Zunge geimpft, während einer dritten Taube die Cultur auf die unversehrte Schleimhaut aufgestrichen wurde.

Beide geimpfte Thiere zeigen nächsten Tages gelbliche Plaques an der Impfstelle, welche sich bei einer Taube zurückbildeten, während sie bei der anderen sich weiter entwickelten, erhaben, ausgebreitet, käsig mit infiltrirtem Grunde erscheint und erst nach 10 Tagen sich zurückbildet. In den Pseudomembranen wurden keinerlei Flagellaten entdeckt.

Aus der Cultur 7452 (II. Ueberimpfung aus der Leber der Krähe) wurde eine Maus unter die Haut geimpft, dieselbe blieb gesund.

Eine andere Maus wurde mit dem Löffler'schen Bacillus (III. Generation aus Cultur 7454) geimpft; dieselbe starb nach 6 Tagen. Es fand sich Hepatisation eines Theiles der Lunge, marmorirte Leber, Milzhypertrophie und grosse blasse Nieren.

Zur gleichen Zeit wurden 2 Kaninchen mit der dritten Ueberimpfung des Löffler'schen Bacillus aus Taube III und IV, in die Conjunctiva geimpft. Beide zeigen nach 2 Tagen ausgesprochene, weisse Pseudomembranen, die Lider verklebt, das Auge thränend, die Conjunctiva geschwellt, hyperämisch, heiss. Das aus Cultur 7458 inficirte Kaninchen starb am 6. Tage.

Mit einer 1 Monat alten Cultur (7598), II. Ueberimpfung des Löffler'schen Bacillus, wurde ein Kaninchen, eine Taube und ein Hahn inficirt.

Das Kaninchen zeigte nach einigen Tagen reichliche Pseudomembranen und Schwellung der Lider, nach 15 Tagen hatte sich der Process zurückgebildet.

Auch die Taube zeigte an der Impfstelle gelbe, käsige, weissliche, später schmutzige, in die Tiefe dringende Pseudomembranen, welche sich langsam zurückbilden.

Der Hahn zeigt an der Impfstelle dieselben Pseudomembranen, etwas localisirter und schmäler wie die Taube, und welche schnell heilten.

Mit einer $1^1/_2$ Monat alten Cultur, II. Ueberimpfung des Löffler'schen Bacillus, wurde ein Kaninchen in die Ohrvene und eine Taube in den Pectoralmuskel injicirt.

Das Kaninchen starb nach 3 Tagen, sehr abgemagert mit Ecchymosen der Pleura und Lunge, die Leber sehr dunkelbraun, ebenso die Nieren, während die Milz auffallnnd blass erscheint. Die Mesenterialgefässe sind stark injicirt. Aus den Organen entwickelten sich Culturen, denen des Löffler'schen Bacillus ganz ähnlich, sowie ein anderer Bacillus, kurz und dick mit intensiver gefärbtem Centrum, wahrscheinlich eingekapselt, 0·8 bis 1·5 μ dick. Die Bacterien sind unter einander durch ein regelmässiges feines, blasses Netzwerk verbunden.

Am 15. September wurde uns eine sechste Taube (Fall VI) zur Untersuchung gebracht. Dieselbe wies bei der Section folgenden Befund auf: der Cadaver sehr abgemagert, an der Schnabel- und Rachenschleimhaut charakteristische, schmutzig gelbe, dicke, adhärente, käsige Pseudomembranen und viel zäher Schleim, welche zahlreiche Flagellaten enthalten; das submandibulare Gewebe geschwellt und indurirt. Die Lungen hyperämisch, die Leber ist vergrössert, congestionirt, dunkelbraun und zeigt etwas hellere, kleine Flecken. Die Milz nicht vergrössert, die Nieren blass, die Schleimhaut des Darmes injicirt.

Sowohl aus den Pseudomembranen, als auch aus den Organen wurde der Löffler'sche Bacillus isolirt.

Am 9. October wurden aus einer Reincultur des Löffler'schen Bacillus 2 Tauben unter der Zunge geimpft. Eine derselben zeigte 5 Tage später eine ausgebreitete graugelbe Auflagerung, welche sich bis zum Zungenrande erstreckt; die zweite Taube besass zur selben Zeit an der Impfstelle eine kleinere umschriebene Auflagerung. In den nächsten Tagen entwickelten sich aus denselben die charakteristischen Pseudomembranen, in welchen unter dem Mikroskop rundliche oder gestreckte, 10 bis 12 μ im Durchmesser haltende, bewegliche Flagellaten, deren Zahl in den nächsten Tagen bedeutend zunahm, zu sehen waren.

Bei einer der Tauben entwickelte sich mit der Zeit eine Geschwulst von der Grösse einer Haselnuss in der Submandibulargegend, den Pseudomembranen entsprechend, welche nach und nach abgestossen werden, so dass endlich nur noch einige gelbliche, fast käsige Punkte unter der Zunge zurückblieben. Das Thier ist traurig, mit hängenden Flügeln, trüben Augen, aus dem Rachen und den Nasenlöchern fliesst eine gelbliche, trübe Flüssigkeit und die Temperatur erreicht 42° C. Die Taube erholt sich übrigens langsam, doch besteht die Induration des submandibularen Gewebes noch nach einem Monate, während die Pseudomembranen gänzlich verschwunden waren.

Experimente zur Feststellung der Aetiologie der Krankheit.

4 Reinculturen des Löffler'schen Bacillus, 10 Tage alt, von Taube II, III und IV stammend (4. Ueberimpfung), wurden während 16 Tagen täglich dem Trinkwasser von 6 Tauben beigemengt. 3 derselben wurden vorher unter der Zunge scarificirt. Schon nach 3 Tagen zeigen die scarificirten Tauben reichliche, gelbliche, bröcklige, fest haftende schmutzige Pseudomembranen; während die nicht scarificirten gesund blieben. 2 Tage später sitzen die scarificirten Tauben traurig, die Temperatur schwankt zwischen 42·9 und 43° C. Auch die nicht scarificirten Tauben sind traurig, die Rachenhöhle ist mit viel zähem Schleim bedeckt, sie athmen schwer, die Temperatur aber ist nicht erhöht. Nur in den Pseudomembranen der scarificirten Tauben konnten bewegliche Flagellaten in mässiger Anzahl gefunden werden.

Die Diphtherie macht bei den 3 Tauben schnelle Fortschritte, nach 9 Tagen stirbt eine Taube. Dieselbe ist sehr abgemagert, zeigt ausgebreitete Pseudomembranen von der Impfstelle ausgehend; im Larynx und Trachea ist reichlicher zäher Schleim; Ecchymosen an der Pleura, die Leber schwärzlich braun, die Milz anämisch, die Nieren blass, die Darmgefässe injicirt und im Darme schleimflüssiger Inhalt.

Die 2. Taube erliegt 20 Tage nach Beginn der Krankheit, während im Rachen neben viel Schleim nur wenige diphteritische Inseln entdeckt werden konnten, waren Larynx und Trachea von derartigen flachen, gelblichen, adhärenten Inseln übersät.

Der innere Befund war jenem der ersteren Taube analog.

Die dritte Taube erholte sich langsam und war 20 Tage nach Beginn des Versuches gesund.

Die 3 Controlthiere zeigen während des Versuches immer reichlichen Schleim im Rachen. Derselbe trocknete manchmal zu Krusten ein, aus den

Nasenlöchern fliesst gelblicher Schleim. Bei denselben wurden keinerlei Pseudomembranen oder Flagellaten im Schleime entdeckt. Auch der Larynx und die Trachea einer dieser Tauben, welche getödtet wurde, liessen keine Pseudomembranen entdecken.

Aus einer von Taube V stammende, 1 Monat alte Cultur, 5. Ueberimpfung des Löffler'schen Bacillus, wurde eine Maus unter die Haut geimpft. Dieselbe starb nach 6 Tagen mit geschwollenem Bauche, Congestion und Ecchymosen der Lungen und Leber, welche letztere noch blasse Flecken aufweist.

Am 12. October wurde von Neuem der Löffler'sche Bacillus dem Trinkwasser von 6 Tauben beigemengt; 3 derselben wurden vorher unter der Zunge oberflächlich scarificirt, während 3 andere zur Controle dienten. Alle 6 Tauben waren in demselben Käfige untergebracht. Schon nach 2 Tagen zeigten die scarificirten Tauben matt-gelbliche Punkte an der verletzten Schleimhaut, welche in den nächsten Tagen sich vergrösserten und alle Zeichen der diphtheritischen Pseudomembranen annahmen.

Während Anfangs bloss Bacillen in den Pseudomembranen constatirt werden konnten, erschienen vom 8. Tage an zahlreiche, zunächst kleinere, rundliche, später längliche, sich schnell bewegende Flagellaten. Die nicht scarificirten Tauben zeigten während dieser Zeit keinerlei Auflagerungen, waren aber ebenso wie die diphtheritisch Erkrankten matt, niedergeschlagen und zeigten zeitweilige Temperaturerhöhung.

Nachdem die Verabreichung von Wasser, welches mit Reinculturen des erwähnten Bacillus gemengt war, eingestellt wurde, erholten sich die erkrankten Thiere. Weder in dem Mundschleime der nicht scarificirten Thiere, noch in jenem der neben denselben gehaltenen Tauben, konnten Flagellaten nachgewiesen werden.

Am 14. December wurden aus einer von Fall VI stammenden Reincultur des Löffler'schen Bacillus 2 junge Tauben in die Mundschleimhaut und eine Maus unter die Haut geimpft. Beide Tauben zeigten nach 2 Tagen charakteristische, schmutzig gelbe, käsige Pseudomembranen, welche Flagellaten beherbergten.

Eine dieser Tauben starb nach 8 Tagen und fand man den Cadaver sehr abgemagert, Pseudomembranen an der Impfstelle und die Leber hyperämisch vergrössert. Aus den Pseudomembranen, der Trachea und der Leber wurde der Löffler'sche Bacillus isolirt.

Die Maus starb ebenfalls nach 8 Tagen mit marmorirter Leber und 5fach vergrösserter Milz. Aus den Organen entwickelte sich nur der Löffler'sche Bacillus. Die zweite Taube starb nach 28 Tagen äusserst abgemagert, und fand sich noch an einer Impfstelle eine schmale, doch charakteristische Pseudomembran, ein Theil der Lunge congestionirt und die Leber etwas grösser und dunkel, beinahe schwarzbraun. Aus den Organen konnten dem Löffler'schen Bacillus ähnliche Bacillen isolirt werden.

In Verfolgung unseres Ideenganges bei den erwähnten Versuchen fanden wir es angezeigt, noch folgende Untersuchungen anzustellen. Wir hatten uns an einer von Löffler stammenden Cultur der Bacillen aus Taubendiphtherie überzeugt, dass dieselbe nach 35 Ueberimpfungen im

Laufe von 2 Jahren ihre diphtherieerzeugende und für Mäuse septische Wirkung eingebüsst hatte. Nun haben wir mit zwei aus hiesigen Fällen stammenden, 7 Generationen hindurch gezüchteten, 5 Monate alten Culturen-Impfungen ausgeführt und konnten constatiren, dass dieselben Mäuse zwar erst nach 8 Tagen tödteten, während bei Tauben noch typische Diphtheritis, mit zahlreichen Flagellaten von den scarificirten Stellen ausgehend, auftritt. Wenn wir von der Schleimhaut direct Mäuse impfen, bekommen wir wieder rascheren Verlauf der Krankheit und ebenso wenn wir letztere mit aus den durch den Thierkörper gegangenen Culturen inficiren.

Es war uns von grosser Wichtigkeit zu erfahren, von wo in diesen Fällen die Flagellaten herstammen. Wir untersuchten deshalb die Schleimhaut 20 gesunder Tauben und fanden im Rachenschleime zweier derselben einzelne und bei einer dritten in sehr grosser Zahl ganz charakteristische Flagellaten, was uns zur Annahme berechtigt, dass diese Gebilde gelegentlich im Rachen gesunder Tauben vorkommen können, und es ist ganz evident, dass dieselben von hier in die umgebenden Medien gelangen können, um von hier in die Pseudomembranen einzuwandern.

Ein anderer Modus der Ansiedelung bezw. Vermehrung derselben im Innern der diphtheritischen Membranen ist wohl für die Mehrzahl der Fälle auszuschliessen. Man könnte nämlich auf Grund des Befundes der Monaden auf der normalen Schleimhaut annehmen, dass in Fällen von Diphtheritis die im normalen Schleim vorkommenden Flagellaten sich ungemein vermehren. Gegen diese Annahme spricht aber der Umstand, dass die Flagellaten wenigstens nach unseren Untersuchungen nur ausnahmsweise an der normalen Schleimhaut vorkommen, während dieselben fast in allen Fällen von, durch Bacillenreinculturen erzeugter Diphtherie gefunden wurden.

Nun wollten wir noch untersuchen, ob vielleicht auch der Löffler'sche Bacillus an der normalen Schleimhaut vorkommt, und wurde zur Entscheidung dieser Frage die Mundschleimhaut von 5 gesunden Tauben einfach scarificirt. Sie zeigten am nächsten Tage an der verletzten Stelle kleine, schmale, gelblich-weisse, trockene Krusten, welche nach 3 bis 9 Tagen verschwanden. Zwei dieser Tauben zeigten am 5. Tag Flagellaten in geringer Zahl.

Um uns von Neuem von der Bedeutung der Anwesenheit der Flagellaten auf der normalen Schleimhaut der Tauben zu überzeugen, scarificirten wir die Schleimhaut einer gesunden Taube, welche Flagellaten in grosser Menge beherbergte, um zu erfahren, ob die Flagellaten nun im Stande sind, Diphtherie zu erzeugen. Die Taube zeigte am 2. Tage an der verletzten Stelle der Schleimhaut eine dünne, schmale, gelbliche Kruste, welche nach 8 Tagen verschwunden war und eine kleine Narbe zurückliess. Nun wurde dieselbe Taube von Neuem scarificirt und mit einer aus einer Maus isolirten Reincultur der Löffler'schen Bacillen inficirt. Sie zeigte nach 2 Tagen an der

scarificirten Stelle charakteristische, erhabene, käsige gelbliche Pseudomembranen, welche nach 12 Tagen zu schwinden begannen.

Zwei anderen Tauben wurde eine Reincultur des Löffler'schen Bacillus auf die unverletzte, keine Flagellaten enthaltende Mundschleimhaut gebracht, und aus dem Schleime derselben nach 2, 4 und 8 Tagen Mäusen eingeimpft. Eine dieser Tauben wurde am 4. Tage an der Schleimhaut oberflächlich verletzt. Sie zeigte nach 2 Tagen an der verletzten Stelle einen kleinen gelblich weissen, wenig erhabenen Plaque, welcher nach 5 Tagen verschwunden war. Die zweite Taube wurde am 10. Tage scarificirt und wies am dritten Tag an den Scarificationsstellen kleine gelbe, schmale, wenig erhabene Plaques, welche am 6. Tage verschwunden waren.

Die am 4. Tage mit dem Mundschleime dieser Tauben geimpfte Maus stirbt nach 8 Tagen, mit congestionirter zerreisslicher Leber und pulpöser Milz — wohl in Folge einer anderen Krankheit — indem man in den Culturen den Löffler'schen Bacillus nicht nachweisen konnte.

Eine andere, nach 2 Tagen mit dem Mundschleime der Taube inficirte Maus geht nach 14 Tagen zu Grunde und entwickelte sich in den angelegten Culturen der Löffler'sche Bacillus.

Die dritte, nach 8 Tagen geimpfte Maus blieb gesund.

Histologische Veränderungen der an Taubendiphtherie verendeten Thiere.

Obwohl die angeführten Versuche keinen Zweifel darüber zulassen, dass die Bacillen in Reincultur dieselben Veränderungen hervorbringen wie die natürliche Infection, war es doch noch von principieller Bedeutung, die intimen Gewebsveränderungen, welche nach der experimentell erzeugten Diphtherie auftraten, mit jenen der natürlichen Infection zu vergleichen.

Bekanntlich sind auch über die Aetiologie der menschlichen Diphtherie die Acten noch nicht geschlossen und machen manche gewissenhafte Forscher die Anerkennung des von Löffler als Ursache derselben angenommenen Bacillus von der Constatirung jener Gewebsveränderungen in der experimentellen Diphtherie abhängig, welche bei menschlicher Diphtherie gefunden werden. In einer Studie, welche in Virchow's Archiv im Drucke begriffen ist, hat einer von uns versucht, diesen Anforderungen gerecht zu werden.

Noch mehr als bei der menschlichen Diphtherie kann man nun bei Taubendiphtherie, mit welcher man an Tauben experimentiren kann, verlangen, die Identität der histologischen Veränderungen, mit der durch die Reincultur des Bacillus erzeugten nachgewiesen zu sehen.

Einer von uns im Verein mit Cornil und Mégnin haben die Histologie der Schleimhaut bei Geflügeldiphtherie studirt. Es wurde namentlich constatirt, dass die Pseudomembran aus einer reticulirten fibri-

nösen Substanz besteht, oft mit Leukocyten durchsetzt, an der Oberfläche finden sich zahlreiche Bacillen, während dieselben gewöhnlich in der Tiefe der Pseudomembran und in der Mucosa selbst fehlen. Die Pseudomembran ist mit der von Epithel entblössten Mucosa fest verwachsen und letztere mit Rundzellen infiltrirt, welche zum Theil auch das Lumen mancher erweiterter Gefässe einnehmen.

Mikroskopische Organveränderungen werden bei Tauben nicht beschrieben und bei Mäusen nur angedeutet. Es sei uns deshalb an dieser Stelle gestattet, einiges Bemerkenswerthe über diese Veränderungen nachzutragen.

Die am 29. Mai gefallene Taube I, deren Sectionsbefund an anderer Stelle kurz erwähnt ist, bietet folgende feinere Organveränderungen.

Die ziemlich dicke Pseudomembran befindet sich über dem Rete Malpighii. Dieselbe besteht an ihrer Oberfläche aus Zellendetritus, dichten Bacillenhaufen und zahlreichen verschiedenen Bacterien. Das Stratum Malpighii ist verblasst, vacuolisirt und enthält in den Vacuolen Fibrin und Leukocyten mit mehr oder minder gefärbten fragmentirten Kernen. Die untere Grenze des Rete Malpighii ist undeutlich und finden sich in der Schleimhaut selbst dichte Zellinfiltration uni- und polynucleärer Elemente. Hier und da dringen Bacillenhaufen in die Tiefe und ist in der Umgebung derselben das Gewebe ungefärbt. Die Gefässe sind hier oft erweitert und mit Leukocyten erfüllt.

Die Leber (Fig. I) ist fettig entartet, fast jede Zelle enthält mehrere Fetttropfen, während die Kerne verblasst sind (*L*), die interlobulären Gefässe sind erweitert. Auch die Arterien sind mit Blut gefüllt und enthalten stellenweise Bacillen, welche jenen Löffler's entsprechen. In der Wandung gewisser grösserer Portalgefässe (*v*) sieht man Substanzverluste in Form von sinuösen Erweiterungen. Man erkennt an vielen Stellen leicht, dass ein Theil der Wandung noch erhalten, scharf begrenzt und gefärbt ist, während ziemlich brüsk ein nicht mehr gefärbtes, zu glänzenden Körnern zerfallendes Gewebe erscheint, in welchen sich oft noch eine elastische wellige Schichte der Venenwandung fortsetzt.

Während an der erhaltenen Venenwandung Bacterien nicht erkennbar sind, haben sich solche in ziemlicher Menge an den Grenzen des Substanzverlustes angehäuft (*b*) und setzen sich längs des buchtigen, von denselben feinkörnigen glänzenden Schichten ausgekleideten Substanzverlustes fort.

Da die Bacillen nur im Substanzverluste und an dessen Rand localisirt sind, ist es wohl kaum zweifelhaft, dass ein causaler Nexus zwischen dieser eigenthümlichen Ausbuchtung und den Bacterien besteht. Auf dem Wege dieses Substanzverlustes dringt nun das Blut als kleine Hämorrhagien in das umgebende Gewebe (*h*). Die Blutinfiltration ist gewöhnlich von derselben körnigen bacillenhaltigen Masse umgeben, welche den Substanzverlust auskleidet.

Die am 15. September gebrachte Taube (Fall VI). Die Pseudomembranen und das infiltrirte submandibulare Gewebe zeigen folgende Structur: Das Schleimhautepithel vacuolisirt und mit fragmentirten Leukocyten erfüllt, das Stratum corneum ist breiter, uniformer und geht ohne deutliche

Grenze in das Stratum Malpighii über. In der Nähe der Pseudomembranen wird das Epithel allmählich dünner und endlich bleibt nur noch der Papillarkörper übrig. Die Papillen sind zu einem gleichförmigen Granulationsgewebe geworden, während die Epithelzapfen kaum als solche erkennbar sind, sie stellen eine von fragmentirten Leukocyten durchsetzte blasse, reticulirte Masse dar, in welcher die Kerne der Epithelzellen kaum erkennbar sind oder an deren Stelle Vacuolen bestehen. Das Stratum Malpighii ist hier durch eine Pseudomembran ersetzt; die Oberfläche derselben ist von grossen Massen von Bacillen gebildet, welche in Form rundlicher Gruppen in die Tiefe greifen. Dieselben entsprechen den Löffler'schen Bacillen. An anderen Stellen ist die Oberfläche der Pseudomembran von Zellen gebildet. Dieselben sind theils uninucleär, theils mit fragmentirtem Kern, theils ist der Kern blasenförmig mit wenigen chromatischen Punkten. Unter demselben kann man manchmal noch Reste des Rete Malpighii erkennen als ein blasses Netzwerk, in welchem an Stelle der Kerne Vacuolen mit wenig chromatischer Substanz getreten sind.

Die untere Grenze desselben ist nicht deutlich erkennbar. In der Tiefe findet sich wieder ein Granulationsgewebe mit weniger oder mehr gefärbten Kernen, oft fragmentirt, hyalin, vacuolär, den fragmentirten Kernen bei menschlicher Diphtherie vergleichbar. Hier und da finden sich auch hier wahre Kariomytosen. Zwischen diesen Zellen erkennt man, namentlich in den oberflächlichen Schichten, kleine Zellgruppen mit runden 0·5 μ dicken Kernen besser gefärbt als der Rest. Andere Zellen sind grösser, 1·5 μ mit einem grösseren Kern und hyalin glänzend.

In der Tiefe der Pseudomembran sind die Zellen häufig follikelartig gruppirt und in der Mitte derselben findet sich oft eine grössere vacuoläre protoplasmatische Masse, welche mehrere bis 10 runde Kerne einschliesst, eine Art undeutlich begrenzte Riesenzelle bildend. An anderen Stellen findet sich in der Mitte der Zellgruppen ein grösserer pyriformer Kern, oft hyalin, und umgeben von wenig gleichmässigem Protoplasma.

Endlich findet man noch von der Oberfläche ausgehend in die Tiefe dringend dickere oder dünnere, spindelförmige, hyaline Zellen, abgeplatteten Epithelien vergleichbar, und ähnliche Zellen, aber dicker und mit kleinerem Kern und zahlreichen kleinen Vacuolen.

Die Leber ist sehr hyperämisch; in der Umgebung der interstitiellen Gefässe findet sich eine Zone eines eigenthümlichen Gewebes, aus polygonalen Zellen bestehend, an die Anordnung der Leberzellen erinnernd. Die Zellen sind aber kleiner, stärker gefärbt, mit gleichmässigen gefärbten Kernen. Dieses Gewebe ist vom Lebergewebe ziemlich scharf abgegrenzt. Hier finden sich noch stellenweise Gruppen von Rundzellen, eine Art kleiner Follikel bildend.

Die intralobulären Gefässe sind mit Blut und zahlreichen Leukocyten zum Theil mit fragmentirten Kernen versehen. Die Leberzellen sind sehr blass und oft mit schwach gefärbtem Kern. Bacillen konnten in den Schnitten nicht entdeckt werden.

In den Lungen erkennt man Verdichtung und Zellreichthum des interstitiellen Gewebes und Hyperämie der Alveolarsepten.

Eine mit dem Löffler'schen Bacillus (aus Fall IV stammend) geimpfte Maus:

Die Leber ist marmorirt und zeigt den blassen Stellen entsprechend eigenthümliche Veränderungen, welche zum Theil von Löffler erwähnt wurden. Man kann hier die Bildung derartiger Herde vom Anfang an verfolgen. Zum Theil handelt es sich in der That um die von Löffler erwähnte Erblassung der Leberzellen in der Umgebung bacillenhaltiger Capillaren, an anderen Stellen aber bilden die Bacillen nicht das Centrum der Herde und sind dieselben nicht durch Erblassung der Leberzellen, sondern durch einen eigenthümlichen Gerinnungsprocess im Innern ungemein erweiterter Gefässe bedingt.

Wir haben in Fig. III und IV diese beiden Arten der Herdbildung abgebildet.

In Fig. III erkennt man im Leberzellennetz (*Lz*) mit manchmal sehr dunkelgefärbten vergrösserten Kernen (*h*) zunächst einige erweiterte Capillaren mit Fibrin und fragmentirten Leukocyten (*f*), in einer der Capillaren haben sich Kernfragmente angehäuft und finden sich neben denselben wandständig Bacillenhaufen. Das Gefäss setzt sich nun in einen grossen sinuösen Raum fort, welcher als ein ungemein erweitertes, vielleicht aus der Verschmelzung mehrerer Capillaren entstandenes Gefäss angesprochen werden muss. Manchmal erstrecken sich blasse Fortsätze von Leberzellen in dasselbe (*b*). Im Innern des Gefässes erkennt man etwas gelbliches, sehr glänzendes, eigenthümlich vacuolisirtes Fibrin (*vc*), oft fragmentirte längliche Zellenkerne enthaltend. Hier und da finden sich an der Peripherie des Gefässes noch kleine Bacillengruppen.

An anderen Stellen haben sich kleine Entartungsherde auf Kosten von Leberzellen gebildet, so in Fig. IV. Hier erkennt man gewöhnlich an der Peripherie ein erweitertes intracellulares Capillargefäss mit Bacillen gefüllt und wohl in Verbindung mit demselben eine Gruppe von Leberzellen, welche blass geworden und geschwollen sind, und deren Kerne bloss an der Peripherie noch wenige chromatische Punkte aufweisen. Die Grenzen desselben sind undeutlich, so dass die Capillaren dieses Territoriums undeutlich begrenzt erscheinen. Dieselben enthalten hier und da mehr körnige und ungleich grosse, blasse, wohl degenerirende Bacillen. Ausserdem sind die grösseren Capillaren mit vacuolisirtem Fibrin und mit Kernfragmenten erfüllt. Ueberhaupt scheint der Kernfragmentation, auch in grösseren Herden, welche aus der Verschmelzung der kleinen Herde verschiedener Herkunft entstehen, eine grosse Rolle zuzukommen, und selbst in sonst wenig veränderten Antheilen der Organe erkennt man an den Kernen der Leukocyten die Tendenz zu kleinen stark gefärbten, oft durch chromatische Fäden verbundene eigenthümliche Fragmente zu zerfallen, wie solche zuletzt von Oertel[1] bei den Organveränderungen in der menschlichen Diphtherie abgebildet sind.

Die Nieren enthalten ebenfalls blasse Stellen, in welchen das Protoplasma der Epithelien körnig, reticulirt, kernlos oder mit wenig chromatischen Punkten versehen ist. Das Lumen der Canälchen ist hier mit einer dichteren, reticulären, etwas röthlich gefärbten Masse erfüllt. Hier sind manche Gefässe, deren Wandungen verdickt und hyalin erscheinen, mit Bacillen gefüllt, welche stellenweise vereinzelt oder in kleinen Gruppen auch

---

[1] *Die Pathogenese der epidem. Diphtherie.* 1887.

in einigen Harncanälchen erkannt werden können. Die Glomeruli sind gleichmässiger röthlich färbbar, die Kerne derselben fragmentirt; im Innern erweiterter Gefässschlingen finden sich fast in jedem Glomerulus Anhäufungen von Bacillen. Oft finden sich dieselben noch in den zuführenden Gefässen.

Aus einer von Taube IV isolirten Reincultur des Löffler'schen Bacillus wurde eine Maus unter die Haut geimpft. Dieselbe ging nach 6 Tagen zu Grunde.

Die Lungen wurden sehr hyperämisch befunden, namentlich findet sich ein grosser Theil der Lunge hämorrhagisch infarcirt. An letzteren Stellen erkennt man zunächst Zellanhäufung in den kleinen Lungengefässen (Fig. II *a*). Namentlich finden sich grössere oder kleinere mono- und polynucleäre Zellen in der Nähe der Gefässwand, aber durch eine Schichte rother Blutkörperchen von der Wand getrennt, manche dieser Zellen besitzen blasig aufgetriebenes vielleicht ödematöses Protoplasma, und finden sich oft in denselben oder auf dieselben dicht gelagerte Bacillen (*bz*). Ausserdem finden sich noch im Innern des Gefässes kleinere Bacillenhaufen. Die Perithelien der Gefässe sind geschwellt, oft mit fragmentirtem Kern; die septalen Gefässe sind comprimirt, die Alveolen erweitert und mit Blut gefüllt (*al*). Manchmal enthalten dieselben noch grosse pigmentirte Zellen, welche aber keine Bacillen enthalten. Wohl aber finden sich letztere in der Nähe derartiger Zellen oder ihnen anhaftend; gewöhnlich aber sind die Bacillen an das Fibrinnetz gebunden, welches manche Alveolen durchzieht (*fb*). Dasselbe ist stellenweise von Bacillen eingehüllt.

Eine Taube wurde am 14. December mit Cultur 9068 (Reincultur aus einer durch mit Bacillen vermengten Wasser inficirten Taube) geimpft, dieselbe starb nach 8 Tagen, mit ausgesprochenen charakteristischen Pseudomembranen, welche wenig Flagellaten beherbergten.

Die Pseudomembran besteht theils aus Zellen, theils aus einer gleichmässigen Substanz, welche das homogene und ungefärbte necrosirte Epithel der Schleimhaut bedeckt. Zwischen den Epithelzellen finden sich viele Vacuolen, welche mit Leukocyten und ungefärbten Fibrin gefüllt sind. Diese Schichte geht ohne Grenze in die mit Blutkörperchen und Leukocyten infiltrirte Schleimhaut über; nach ihr folgt eine grosse Masse embryonären reticulirten Gewebes mit erweiterten Gefässen. Die oberflächliche homogene Schichte ist in ihrer ganzen Ausdehnung mit charakteristischen Bacillen bedeckt und durchsetzt; in der nachfolgenden epithelialen Schichte finden sich wenige freie Bacillen und grosse Massen von Zoogleen mit distanciirten Individuen, welche, wie es scheint, aus sehr kurzen Bacillen, deren Dicke der des Diphtheriebacillus entspricht, bestehen.

Ausser diesen befinden sich im Innern der Epithelschichte ebenfalls frei in kleinen Gruppen längliche, ovale oder pyriforme Körperchen, etwas grösser als die Kerne der rothen Blutkörperchen, 3 bis 4 μ breit. Die Leber enthält mehrere sehr blasse Stellen, in welchen die Kerne der Leberzellen sich nicht mehr färben. In der Umgebung dieser Stellen sind die Gefässe erweitert, und in den intralobulären Capillaren befindet sich eine grosse Masse von gefärbten Körnern von verschiedener Grösse und Form, welche theils frei sind, theils sich in grossen mononucleären Zellen befinden. Ein grosser Theil dieser Körnchen ist rund oder bildet Kugeln von 1 bis 2 μ Diam.;

in der Regel aber sind sie kleiner und haben die Form eines Diplobacteriums oder kurzen Bacillus von 1·0 μ Diam. oder noch kleiner.

Eine am selben Tage aus derselben Cultur (9068) geimpfte Maus starb ebenfalls am 8. Tage mit vergrösserter, congestionirter und marmorirter Leber, und mehrfach vergrösserter Milz. Aus den Organen entwickelte sich in den angelegten Culturen nur der Löffler'sche Bacillus.

Die Leber zeigt blassere Stellen im Innern der Läppchen und findet sich hier Erweiterung der Gefässe, welche mit Fibrin und einer Masse von Leukocyten mit chromatischen und fragmentirten Kernen gefüllt sind. Die Leberzellen sind blasser und die Kerne beinahe verschwunden. An anderen Stellen enthalten die erweiterten Gefässe Blut oder geschwollene Endothelien gemeinsam mit Leukocyten.

Die Leberzellen sind mehr isolirt, mit verschieden grossen und verschieden gefärbten Kernen.

Neben den necrotischen Herden findet man manchmal ein aus hyaliner Substanz bestehendes Netzwerk.

In den Nieren ist das Protoplasma der Epithelzellen reticulirt und körnig, und die Harncanälchen mit einer röthlichen vacuolären Substanz und mit kleinen gefärbten unregelmässigen Körnchen gefüllt. Die Glomeruli zeigen keine Veränderung. Die Septalgefässe sind erweitert und in der Umgebung der grösseren Gefässe findet man hier und da Rundzellen angehäuft.

Schlussbemerkungen.

Auf Grundlage dieser unserer Untersuchungen glauben wir uns berechtigt, einen Standpunkt einnehmen zu können, welcher von jenem Pfeiffer's wesentlich abweicht.

Wir mussten uns von Anfang an sagen, dass es schwierig sei, die Rolle der Flagellaten in der Aetiologie der Diphtherie der Tauben festzustellen, so lange wir nicht im Stande sind, dieselben von den begleitenden Bacterien zu befreien. Es war deshalb von Seiten Pfeiffer's gewagt, in jenen Fällen von Diphtherie der Tauben, in welchen Flagellaten gefunden wurden, zu behaupten, dass denselben die wesentliche Rolle bei dieser Krankheit zufalle, während den Bacillen, selbst dem von Löffler beschriebenen, bloss Einfluss auf die septische Allgemeinerkrankung eingeräumt wird.

Wir haben in unseren Untersuchungen trotz vielfacher Versuche die Isolirung der Flagellaten wohl auch nicht durchführen können, haben aber auf anderem Wege zeigen können, dass die Flagellaten selbst die scarificirte Schleimhaut nicht diphtheritisch verändert hatten, während wir uns andererseits durch die Bestätigung und Isolirung des Löffler'schen Bacillus in allen Fällen von Diphtherie mit Flagellaten von der

Wichtigkeit dieses Bacillus für den diphtheritischen Process der Tauben überzeugen konnten. Durch die in den verschiedenen Fällen gewonnenen Reinculturen des Bacillus konnten wir häufig die classische Diptherie der Tauben erzeugen und bloss ältere Culturen hatten an Virulenz eingebüsst.

Dieser Bacillus besitzt ausserdem die Eigenschaft, auch bei Kaninchen an der verletzten Conjunctiva Pseudomembranenbildungen, und bei Mäusen, sowie oft auch bei Tauben und Kaninchen specielle Allgemeinerscheinungen hervorzubringen.

In Betreff der Frage, ob es auch Taubendiphtherie mit Flagellaten, doch ohne den Löffler'schen Bacillus giebt, haben wir gesehen, dass in unseren Experimenten Flagellaten ohne Bacillen ebensowenig Diphtherie erzeugten, wie andere aus den Pseudomembranen gewonnene Bacterien, während wir auf Grund der Untersuchung unserer Fälle behaupten können, dass wir in der Gegenwart und der Verbreitung des Löffler'schen Bacillus volle Aufklärung wenigstens über die hier herrschende Diphtherie erhalten konnten. Der Bacillus ist im Stande, sowohl Diphtheritis als auch eine Allgemeinerkrankung hervorzubringen, so dass kein zwingender Anlass vorlag, auch den Flagellaten einen wesentlichen Antheil am diphtheritischen Process beizulegen. Es fragt sich nun, welche Rolle in unseren Fällen etwa den Flagellaten zukommt, welche in allen Fällen von Diphtherie gefunden wurden. Handelt es sich um Saprophyten, welche in der diphtheritischen Pseudomembran günstige Bedingungen für ihre Entwickelung finden, ohne den Process selbst zu beeinflussen, oder haben dieselben irgendwelchen wesentlichen Einfluss auf die Entwickelung und den Verlauf des diphtheritischen Processes?

Wir sehen bei der menschlichen Diphtherie neben dem Diphtheriebacillus einen Streptococcus, welcher wohl im Stande ist, den Process zu beeinflussen, und es ist selbst die Annahme nicht von der Hand zu weisen, dass demselben irgend welche Rolle in der Vorbereitung der Schleimhaut für die Ansiedelung des Diphtheriebacillus zukomme.

Dieser Streptococcus ist oft von septischer Wirkung, vermag auch locale necrotische Processe hervorzurufen und kann sich im kranken Individuum generalisiren.

Eine derartige Rolle kommt nun den Flagellaten offenbar nicht zu; die Flagellaten finden sich selten auf der normalen Schleimhaut. Wir sehen merkwürdiger Weise, dass sich die durch Reincultur des Bacillus hervorgebrachte Diphtherie gewöhnlich mit dem Auftreten von Flagellaten combinirt, doch treten dieselben dann gewöhnlich erst nach dem Erscheinen der Pseudomembranen auf, und können andererseits in manchen Fällen, selbst in den typischen Pseudomembranen fehlen.

Wir konnten uns auch nicht von der isolirten Wirkung derselben überzeugen, indem durch Scarificirung der, zahlreiche Flagellaten haltenden normalen Schleimhaut Diphtherie nicht erzeugt werden konnte. In einigen Fällen schien es uns zwar, dass die Pseudomembranen bei Gegenwart der Flagellaten reichlicher und ausgebreiteter waren als bei Abwesenheit derselben, namentlich fanden wir, dass die Pseudomembran oft etwa 8 bis 10 Tage nach der Impfung reichlich entwickelt und mit vielen Flagellaten versehen war, doch könnte man diese Erscheinung einfach dadurch erklären, dass die Pseudomembranen auf der Höhe ihrer Entwickelung eben einen günstigen Boden für die Flagellaten abgeben, und dass man dieselben deshalb in reichlichen Pseudomembranen in grösserer Zahl findet.

Dennoch scheint es uns, dass die Flagellaten, welche bis in die Tiefe des diphtheritischen Gewebes dringen und überall verbreitet sind, wohin der diphtheritische Process dringt, so in den Luftsäcken des Darmes, in die Cloake, welche oft mit diphtheritischem Exsudate erfüllt sind, irgend welchen Antheil an dem diphtheritischen Process nehmen und dass dieselben, wohl in Folge ihrer energischen Bewegung und Vermehrung die Schleimhaut zu reizen vermögen.

Natürlich können wir uns aber über die Rolle derselben in solange nicht aussprechen, als wir dieselben nicht zu isoliren vermögen, und können deshalb auch die Ansicht nicht absolut zurückweisen, nach welcher die Flagellaten unter Umständen im Stande sind, allein Pseudomembranen oder irgend ein anderes Symptom der Krankheit hervorzubringen, doch entspricht eine solche Annahme weder einem Bedürfnisse noch irgend einer Erfahrung oder einem Experiment. Eines können wir indessen behaupten, dass nämlich die Flagellaten auch dort, wo keine Diphtheritisepidemie besteht, so in unserem Institut zur Zeit unserer späteren Experimente, sehr verbreitet sind und sich manchmal in der normalen und in der verletzten, doch nicht diphtheritischen Schleimhaut der Tauben ansiedeln.

Die durch den Löffler'schen Bacillus der Taubendiphtherie inficirten und diphtheritisch erkrankten Kaninchen weisen hingegen in den Pseudomembranen keine Flagellaten auf, selbst wenn sie mit Flagellaten haltigem Material geimpft wurden.

Die Flagellaten finden eben in der diphtheritisch entzündeten Schleimhaut der Tauben besonders günstige Gelegenheit zu reichlicher Entwickelung.

Die Bacillen hingegen erfüllen alle Bedingungen von Krankheitserregern. Während die Umgebung, — vielleicht die Nahrung und das Trinkwasser — der Tauben offenbar Flagellaten enthalten kann, welche sich in den durch die Bacillenreincultur gesetzten Pseudomembranen ansiedeln, sind diese Flagellaten ohne Bacillen nicht im Stande die verletzte Schleim-

haut diphtheritisch zu verändern. Sobald wir aber dem Trinkwasser eine Reincultur der Bacillen beimengen, entsteht typische Diphtherie der verletzten Schleimhaut und erst einige Tage später siedeln sich die Flagellaten in den Pseudomembranen an. Diese Thatsache ist fast so beweisend wie ein Experiment und spricht entschieden gegen eine wesentliche Rolle der Flagellaten in der Erzeugung des diphteritischen Processes.

Unsere Ueberzeugung wurde noch befestigt, nachdem wir nachgewiesen hatten, dass Flagellaten in 3 Fällen von 20 auf der normalen Schleimhaut der Tauben zu finden waren, und zwar in einem Falle in solcher Menge, wie in manchen Fällen bei Diphtherie. Das Experiment, welches wir mit den drei Tauben anstellten, indem wir deren Schleimhaut gerade so scarificirten, wie vor Einführung der Bacillenculturen, ist ein weiterer schlagender Beweis gegen die Bedeutung der Flagellaten als Erzeuger der Diphtherie, indem die so behandelten Tauben gesund blieben, während jene, welchen Bacillen auf die verletzte Schleimhaut gebracht wurden, an Diphtherie erkrankten. Damit man nicht sagen könne, dass die Flagellaten haltenden Tauben vielleicht überhaupt nicht empfänglich waren, wurde dieselbe nach Heilung des Substanzverlustes von Neuem scarificirt und nun mit Bacillen inficirt, worauf die Tauben an classischer Diphtherie erkrankten.

Man könnte einwenden, dass vielleicht die Flagellaten doch nicht so verbreitet seien, als wir annehmen und dass vielleicht die sogenannten Reinculturen der Bacillen noch Keime der Flagellaten enthielten, welche im Verein mit dem Bacillus in der verletzten Schleimhaut zur Wirkung gelangen. Obwohl wir natürlich eine solche Annahme unsichtbarer Keime, welche die Reinculturen nach mehreren Generationen von Abimpfungen begleiten sollten, nicht absolut widerlegen können, erscheint uns doch eine solche Annahme durchaus unwahrscheinlich, und könnte dieselbe keineswegs das oben angeführte Experiment entkräften. Wir können deshalb wohl behaupten, dass in drei von uns beobachteten Epidemieen von Taubendiphtherie trotz der constanten Gegenwart von Flagellaten, der von Löffler bei der Taubendiphtherie beschriebene Bacillus es war, welcher die Diphtherie verursacht, während den Flagellaten bei diesem Processe aller Wahrscheinlichkeit nach keine wesentliche Rolle zukommt.

Dieselben vermochten in einem Falle Pfeiffer's durch ihre Masse die Pseudomembran zu verdicken und die mechanische Wirkung derselben zu unterstützen, in unseren Fällen aber konnte denselben eine derartige Wirkung nicht beigelegt werden, wir wollten denn die Masse von Rundzellen, welche allerdings in allen Fällen von Diphtheritis auftreten, auch bei der durch den Diphtheriebacillus des Menschen hervorgerufenen, als Ruhezustände von Flagellaten auffassen, was unserer Ansicht nach

unzulässig ist, indem die Ruhezustände von Flagellaten in unseren Fällen wenigstens durch die angegebenen Kennzeichen leicht von Entzündungsproducten zu sondern waren.

Gegen die Bedeutung der Rundzellen als Ruhezustände der Flagellaten spricht noch die Thatsache, dass, wenn die Flagellaten bei gesunden Tauben gefunden wurden, dieselben nur in solcher Form vorkommen, in welcher sie als Flagellaten leicht erkannt werden können, während Rundzellen gänzlich fehlen, welche in den diphtheritischen Entzündungsproducten natürlich in grossen Massen angetroffen werden.

Unsere Untersuchungen haben bisher erwiesen:

1. Dass die zu verschiedenen Zeiten und mit verschiedenem Verlauf in Bukarest herrschende Taubendiphtherie mit dem Auftreten sowohl des von Löffler in einem Falle von Taubendiphtherie nachgewiesenen Bacillus, als auch der von L. Pfeiffer neuerdings beschriebenen Flagellaten einhergeht.

2. Der von Löffler beschriebene Bacillus kann nunmehr der Unbestimmtheit Löffler's selbst und den wohl auf ungenügende Untersuchungen basirenden negativen Resultaten Pfeiffer's gegenüber als der wahre Erreger der Taubendiphtherie angesehen werden, indem in 6 verschiedenen Fällen, welche aus 3 Epidemieherden stammten, Reinculturen des Bacillus erhalten wurden, deren Ueberimpfung die typische Taubendiphtherie, mit charakterischen Gewebsveränderungen der inneren Organe, erzeugte, welch' letztere mit Bacillenansiedelungen in diesen Organen eng zusammenhängen.

3. Den Flagellaten hingegen, welche von Rivolta, Friedberger, Löffler selbst und Pfeiffer als die Ursache der „Flagellatendiphtherie oder Gregarinendiphtherie" angesehen werden, kann diese Rolle wenigstens in unseren, dann in einigen im Verein mit Cornil und Mégnin in Paris studirten Fällen, endlich im Falle Löffler's selbst nicht zuerkannt werden und zwar aus folgenden Gründen:

a) Die Flagellaten fanden sich nicht selten und einmal in grosser Menge auf der vollkommen normalen Schleimhaut der Taube.

b) Die Scarification der mit Flagellaten bedeckten normalen Schleimhaut ruft keine Diphtheritis hervor.

c) Während bei den, bloss mit Bacillenreinculturen inficirten Tauben, welche neben anderen nur scarificirten Tauben gehalten wurden, Diphtherie mit reichlicher Entwickelung von

Flagellaten auftrat, blieben die bloss scarificirten Tauben gesund, obwohl dieselben ebenso mit Flagellaten in Berührung kommen mussten, wie jene, bei welchen sich in den Pseudomembranen regelmässig massenhafte Flagellaten vorfinden.

d) Wir sind weit entfernt, uns darüber aussprechen zu können, ob bloss eine oder mehrere Monadenformen in den diphtheritischen Pseudomembranen vorkommen, und ob ein Zusammenhang der Flagellaten mit Amoeben, Sporocysten, Gregarinen wirklich existirt, ferner ist es in unseren Fällen unzweifelhaft, dass der grösste Theil der Pseudomembranen durch Epithelzellen und Leukocyten gebildet wird und ist es nicht zulässig den grössten Theil der Rundzellen, welche in den Pseudomembranen gefunden werden, als Ruhezustände von Flagellaten aufzufassen.

4. Die feineren Veränderungen der Schleimhaut und der inneren Organe sind dieselben, bei der spontanen, wie bei durch Reinculturen des Löffler'schen Bacillus erzeugter Diphtheritis.

5. Die in den Rachen gesunder Tauben eingeführten Diphtheriebacillen verursachen ohne Substanzverlust der Schleimhaut keine Diphtherie und verlieren nach wenigen Tagen ihre pathogene Wirksamkeit.

6. Virulente Culturen des Bacillus in Bouillon ohne Pepton bilden nach mehreren Wochen eine durch Alkohol präcipitirbare, blass röthlichbraune, flockige, in Wasser lösliche, keine Biuretreaction gebende, und eine weissliche, in Wasser kaum lösliche, albuminöse Substanz, welche Substanzen nach Injection unter die Haut von Tauben mässige entzündliche Reaction und während mehrerer Tage bedeutende Temperaturerhöhung, Abmagerung und nach mehreren Tagen ausgebreitete Hämorrhagien und den Tod verursachten.

7. Nach Ueberstehen der experimentellen oder natürlichen Diphtherie entstehen bei Tauben in seltenen Fällen Lähmungen der Flügel, der Füsse oder der Nackenmusculatur und selbst bei den Nachkommen der Tauben, welche die Diphtherie überstanden haben, entstehen manchmal derartige Lähmungen.[1]

---

[1] Eine vorläufige Mittheilung über diese Resultate findet sich im *Bulletinul serviciului sanitar.* 15. Juli 1889.

Erklärung der Abbildungen.

(Taf. XII.)

Fig. I. Aus der Leber einer spontan an Diphtherie zu Grunde gegangenen Taube (Rubinanilin nach Löffler, geringe Vergrösserung). Portalgefäss (*v*) durch Erosion (*A*) (von den Diphtheriebacillen (*b*) bedingt) Divertikel und Blutaustritt (*h*) bedingend; *L* fettig entartetes Lebergewebe; *c* intralobuläre Capillaren.

Fig. II. Infiltrirtes Lungengewebe der Maus nach Infection mit dem Diphtheriebacillus (mittelst Löffler'schen Rubinanilin gefärbt, Zeiss apochr. Oc. 2, Obj. $^1/_{12}$) *g*, kleines Gefäss, in welchen sich Leukocyten und gequollene Zellen wandständig gelagert haben (*m*); frei oder an der Oberfläche oder im Innern der gequollenen Zellen finden sich Gruppen der Bacillen (*b z*). — Die Alveolen (*a*) sind mit Blut gefüllt und enthalten noch häufig grosse Pigmentzellen (*p*) und ein Fibrinnetz mit Bacillen besetzt (*f b*).

Fig. III. Leberveränderungen einer an Infection mit Diphtheriebacillen zu Grunde gegangenen Maus (Rubinanilin, Zeiss Obj. apochr. 4, Oc. 2, Cam. lucida). Im Innern eines Lobulus finden sich hier erweiterte Capillaren (*c b*), wandständig fragmentirte Zellkerne und Bacterien enthaltend. — Im Innern der Capillaren besteht noch ein vacuolisirtes Netzwerk geronnener Substanz. — Das Gefäss erweitert sich plötzlich ungemein (*vc*), indem das Lumen desselben von derselben blassen vacuolisirten Masse (*vc*) eingenommen ist. — Im Innern derselben finden sich massenhaft fragmentirte oder langgestreckte Zellkerne. — In der Umgebung dieser erweiterten Gefässe sind die Capillaren erweitert und enthalten oft Leukocyten mit fragmentirten Kernen (*f*).

Fig. IV. Stellt die Leberveränderungen bei inficirten Mäusen dar (Löffler's Rubin, Zeiss, Oc. 2, Obj. $^1/_{18}$; Cam. luc.). Im Innern eines Leberläppchens sind die Zellen verblasst (*z'*), die Capillaren zum Theil erweitert mit einem Netzwerk geronnener Masse (*v c*), mit Leukocyten, mit fragmentirten Kernen, hier und da mit Bacillen erfüllt. — Die Bacillen finden sich aber gewöhnlich ausserhalb des Herdes in bedeutend erweiterten Gefässen (*c b*). Das Gewebe in der Umgebung des Herdes ist besser gefärbt und mit gut gefärbten Kernen versehen (*z*). In den Cappillaren finden sich auch hier oft Leukocyten mit fragmentirten Kernen (*f*).

Fig. V. Der Löffler'sche Bacillus auf Agar-Agar, 8 Tage nach der Beschickung.

Fig. VI. Derselbe auf Gelatine, 1 Monat nach der Impfung.

Fig. VII. Kartoffelcultur desselben, 8 Tage alt.

[Aus dem hygienischen Institut der Universität Berlin.]

Zur Kenntniss der Anaëroben.

Von

S. Kitasato und **Th. Weyl.**

Zweite Abhandlung.[1]

Der Bacillus Tetani.

Erste Abtheilung.

Nachdem der eine von uns (K.) den Tetanusbacillus in Reincultur erhalten hatte,[2] liess sich die Entscheidung der Frage versuchen, ob die wesentlichen Symptome des Wundstarrkrampfes durch giftige Stoffwechselproducte des Bacillus Tetani veranlasst würden oder ob dieselben durch die Tetanusmikroben an und für sich bedingt seien.

Diese Frage scheint zu Gunsten der chemischen Theorie entschieden zu sein, da Brieger[3] in einer meisterhaften Experimentaluntersuchung aus Tetanusculturen einen krystallinischen Stoff, das Tetanin, abschied, welcher Thiere unter den wesentlichsten Symptomen des Wundstarrkrampfes tödtete.

Allein Brieger standen damals, wie er selbst betont, Reinculturen nicht zur Verfügung.

Dies war der Grund, welcher uns, die wir in der Lage waren mit Reinculturen arbeiten zu können, veranlasste, die oben formulirte Aufgabe nochmals in Angriff zu nehmen.

---

[1] Abhandlung I siehe *diese Zeitschrift.* 1890. Bd. VIII. S. 41.

[2] *Diese Zeitschrift.* 1889. Bd. VII. S. 225.

[3] *Ptomaïne.* 1886. Bd. III. S. 89. — *Deutsche medicinische Wochenschrift.* 1887. S. 303. — *Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft.* 1886. Bd. XIX. 3119b.

In dieser ersten Abtheilung berichten wir über die bei der Aufsuchung der Stoffwechselproducte des Bacillus Tetani gemachten chemischen und toxicologischen Erfahrungen.

A) Tetanin, Tetanotoxin, Indol, Phenol und Buttersäure aus Tetanusculturen.

a) Tetanin.

Zur Abscheidung der in der Ueberschrift genannten Körper verfuhren wir folgendermassen.

$1^1/_4$ ^{kgrm} gehacktes, möglichst fettfreies Rindfleisch wurden mit 2·5 Liter Wasser übergossen und unter Zusatz von 25 ^{grm} Pepton sowie von 10 ^{grm} Kochsalz im strömenden Wasserdampf gekocht.

Dann wurde mit Soda schwach alkalisch gemacht und im Dampfkochtopf so lange digerirt, bis der erhaltene Fleischbrei keimfrei geworden war. Nach dem Erkalten wurde geimpft und der Sauerstoff durch Wasserstoff[1] in üblicher Weise verdrängt. Der hermetisch verschlossene Rundkolben wurde bei 36° bis 37° gehalten. Nach zwei Tagen begann eine reichliche Gasentwickelung. Die Quetschhähne wurden daher alle paar Stunden geöffnet, um den Druck abzulassen. Vom vierten Tage ab konnten die Verschlüsse überhaupt fortfallen, da der Gasdruck im Innern des Kolbens ein solcher geworden war, dass wir das Eindringen von Luft nicht zu befürchten hatten.

Nach acht Tagen überzeugten wir uns, dass die Cultur rein geblieben war, und begannen die chemische Untersuchung. Der Kolbeninhalt wurde — zur Abtödtung der Sporen — mit soviel Salzsäure versetzt, dass eine Lösung von ca. 0·25 Procent HCl entstand, und darauf mehrere Stunden bei 60° digerirt.[2] Wir pressten aus und destillirten die schwach alkalisch reagirende Lösung bei 60° in einem extemporirten Vacuum. Der syrupöse Retortenrückstand wurde mit einem grossen Ueberschuss (ca. 2 Liter) 96 procent. Spiritus gefällt und nach dem Ab-

---

[1] Reinen Wasserstoff verschafft man sich am bequemsten nach dem Verfahren von J. Habermann, indem man das aus käuflichem (also event. As- u. s. w. haltigem) Zink und verdünnter Schwefelsäure entwickelte Gas durch eine mit verdünnter Jod-Jodkaliumlösung beschickte Waschfläche streichen lässt. Zu grösserer Sicherheit kann man den Wasserstoff dann noch durch verdünnte Natronlauge und — falls es auf die Absorption der nur in verschwindender Menge mitgerissenen, dem Zink entstammenden Kohlenwasserstoffe ankommen sollte — durch ein mit Paraffinstückchen gefülltes Rohr leiten.

[2] Bei 60° wird das Toxin — wenn überhaupt — nur ganz allmählich zerstört wie besondere Versuche zeigten.

setzen filtrirt. Das gelbe Filtrat versetzten wir — nach Brieger's Methode — mit alkoholischer Sublimatlösung, solange ein Niederschlag entstand. Nach dem Absetzen wird die alkoholische, Hg-haltige Lösung bei mässiger Wärme im Wasserbade von Alkohol befreit, in Wasser gelöst und durch H_2S entquecksilbert. Das Hg-freie Filtrat wird im Vacuum eingedampft und mit absolutem Alkohol gefällt. Es bleibt Salmiak zurück. Die alkoholische Lösung wird wiederum verdampft, wiederum mit absolutem Alkohol aufgenommen und dieser Process zur möglichsten Abscheidung des Salmiaks noch dreimal wiederholt. Das zuletzt erhaltene alkoholische Filtrat wird mit alkoholischer Platinchloridlösung gefällt. Da sich der Niederschlag durch Filtration nicht abscheiden liess, wurde er zugleich mit der Flüssigkeit, in welcher er entstanden war, eingedampft. Der Rückstand wird mit möglichst wenig absolutem Alkohol aufgenommen und die alkoholische Lösung mit absolutem Aether gefällt. Der durch Aether entstandene Niederschlag wird nochmals in wenig absolutem Alkohol gelöst und wiederum durch wasserfreien Aether gefällt. Der jetzt entstandene Niederschlag ist bei Zutritt der geringsten Menge Feuchtigkeit (Luft!) zerfliesslich. Er wird im Schwefelsäure-Paraffin-Vacuum getrocknet und dann mehrmals mit 96 procent. Spiritus, in welchem er jetzt nicht allzuleicht löslich ist, umgelöst. Zuletzt erstarrte er und konnte durch einen Krystallsplitter von Tetanin-Chlorplatinat, welches uns Hr. Brieger freundlichst zur Verfügung stellte, nach zweimonatlichem Stehen im Exsiccator über Schwefelsäure bei Winterkälte in mikrokrystallinischer Form abgeschieden werden.

Die Platinverbindung[1] wurde durch H_2S in wässriger Lösung zersetzt. Das erhaltene Chlorhydrat bildete sehr zerfliessliche, schwach gelblich gefärbte Krystalle, anscheinend Nadeln.

Auf dem erhaltenen Wege, welcher von dem Scharfsinn und der Ausdauer seines Entdeckers Zeugniss ablegt, erhielten wir 1·7118^{grm} salzsaures Tetanin, also 0·137 Procent des benutzten Fleisches mit den von Brieger angegebenen chemischen und physikalischen Eigenschaften.

Natürlich ist das von uns erhaltene salzsaure Tetanin[2] nur die Differenz zwischen dem überhaupt gebildeten und dem bei der Darstellung zer-

---

[1] Dieselbe war in Chloroform löslich und konnte aus dieser Lösung durch Aether gefällt werden. Es ist wünschenswerth, dass die Platinverbindungen der übrigen Ptomaïne auf ihr Verhalten zu Chloroform geprüft würden. Vielleicht ergeben sich Verschiedenheiten.

[2] Das salzsaure Tetanin zersetzte sich in einem zweiten Versuche beim Kochen mit Thierkohle so vollkommen, dass beim vorsichtigen Eindampfen ein ungiftiger krystallinischer Körper resultirte.

setzten, beziehentlich durch die bisher bekannte Methode nicht abscheidbaren Toxin. Daher hat die Angabe der Ausbeute vorläufig nur untergeordneten Werth. Jedenfalls kann das Tetanin für den Bacillus Tetani kein stark entwicklungshemmender Körper sein.

Thierversuche mit salzsaurem Tetanin.

1. Eine weisse Maus erhielt 0·033 grm Tetaninchlorhydrat in 0·5 ccm Wasser unter die Rückenhaut. Nach sieben Minuten trat deutliche Starre der hinteren Extremitäten auf. Das Thier sitzt stille, auch wenn man es reizt. Geringe Secretion aus Nase und Mund. Krämpfe werden nicht beobachtet. Tod nach $5^1/_2$ Stunden. — Bei einer zweiten Maus wurden nach der gleichen Dosis die gleichen Erscheinungen beobachtet.

2. Ein mittelgrosses Meerschweinchen erhielt 0.525 grm Tetaninchlorhydrat unter die Rückenhaut. Nach zehn Minuten erfolgte starke Secretion aus Mund und Nase. Das Thier sass für eine halbe Stunde fast bewegungslos auf derselben Stelle, wurde dann wieder munter und blieb am Leben.

3. Zwei weisse Mäuse erhielten je 0·05 grm Tetaninchlorhydrat subcutan. Wie in Versuch I zeigte sich nach 5 bis 8 Minuten Starre der hinteren Extremitäten, die sich nach $^3/_4$ Stunden zurückbildete. Speichelfluss wie oben. Keine Krämpfe. Tod nach 6 Stunden.

4. Drei Mäuse erhielten je 0·105 grm Tetaninchlorhydrat subcutan. Schon nach 4 bis 5 Minuten wurden die hinteren Extremitäten gestreckt. Die Thiere schleppten dieselben bei Gehversuchen wie angehängte Gewichte nach. Allmählich hörten alle activen Bewegungen auf. Die Thiere sassen unbeweglich still. Ungefähr 15 Minuten nach der Injection streckte sich plötzlich der Schwanz, es trat Opisthotonus ein. Das Thier wurde durch den Krampf fast um die Höhe einer halben Hand vom Tische emporgeschnellt und blieb dann mit den Extremitäten zuckend auf der Seite liegen. Es wiederholten sich in kurzen Abständen noch ein oder zwei Krampfanfälle. Dann trat der Tod ein.

Wie die Versuche zeigen, ruft das Tetaninchlorhydrat bei Mäusen erst in verhältnissmässig grosser Dosis Krampf-Erscheinungen und daneben Speichelfluss[1] hervor.

Beim Meerschweinchen war die grosse Dosis von 0·5 grm nur von geringer Wirkung. Das Thier blieb am Leben.

[1] Vielleicht waren unserem Tetanin kleine Mengen jenes von Brieger entdeckten Toxins beigemengt, das auf die Speichel- und Nasensecretion wirkt. Wir hatten zu wenig Material, um an eine Reinigung unseres Präparates denken zu können.

Brieger selbst scheint über die wirksame Dosis des Tetanin numerische Angaben überhaupt nicht gemacht zu haben.

An einer Stelle[1] spricht derselbe von relativ grossen Dosen, welche den Tod der Versuchsthiere unter klonischen und tonischen Krämpfen herbeiführen. Auch die Unempfindlichkeit der Meerschweinchen gegen geringe Dosen findet dort Erwähnung.

b) Tetanotoxin, Indol, Phenol, Buttersäure.

Das Destillat der bei durch Soda schwach alkalischer Reaction im Vacuum destillirten Flüssigkeit, die von dem ausgepressten Fleischbrei herstammte, zeigte alkalische Reaction und einen wahrhaft scheusslichen, mercaptanartigen Geruch. Es wurde mit Salzsäure angesäuert und nochmals, jedoch bei gewöhnlichem Druck destillirt.

α) Retortenrückstand: Salmiak, Tetanotoxin.

Nachdem der Inhalt der Retorte bis auf 100 ^{ccm} abdestillirt war, wurde die salzsaure Lösung auf dem Wasserbade bis zum Syrup bei mässiger Wärme abgedampft und mit wasserfreiem Alkohol gefällt. Die alkoholische Lösung wird von dem hauptsächlich aus Salmiak bestehenden Niederschlage abfiltrirt, verdampft und nochmals mit absolutem Alkohol aufgenommen. Die alkoholische Lösung wird verdampft, mit wenig Wasser aufgenommen und mit Goldchlorid gefällt. Das salzsaure Tetanotoxin Goldchlorid[2] schoss aus warmem Alkohol in flachen, zugespitzten Plättchen an. Die kleine Menge (0·025 ^{grm} Goldsalz) wurde in das salzsaure Salz verwandelt und zu den folgenden Thierversuchen benutzt.

Zwei Mäuse erhielten je 0·003 ^{grm} salzsaures Tetanotoxin in 1 ^{ccm} Wasser unter die Rückenhaut. Eine halbe Stunde nach der Injection wurden die Thiere auffallend matt, es traten Lähmungen der Extremitäten und Rückenmuskeln ein. Krämpfe wurden nicht beobachtet. Die kleinere Maus starb nach fünf Stunden, die grössere war am folgenden Tage munter.

Brieger sah nach Vergiftung mit Tetanotoxin Krämpfe auftreten. Offenbar ist hierbei die Höhe der Dosis von Einfluss. Der Entdecker dieses interessanten Toxins macht über dieselbe keine Angaben. Wir hatten zu wenig Material in Händen, um diese Verhältnisse eingehender zu studiren.

---

[1] *Ptomaïne.* Bd. III. S. 95 u. 96.

[2] Brieger, *Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft.* 1886. Bd. XIX. S. 3120b. — Dort muss auf S. 3121 statt Tetanin Tetanotoxin gelesen werden.

Wichtig ist, dass der Nachweis des Tetanotoxin bereits in acht Tage alten Culturen gelang.[1]

β) Destillat.

Das sauer reagirende Destillat gab die Reactionen auf Schwefelwasserstoff, Indol und Phenol. Auf Skatol wurde zu prüfen unterlassen. Das Destillat wurde mit Aether ausgeschüttelt. Das abgehobene Aetherextract wird mit Sodalösung versetzt, um flüchtige Säuren als Natriumsalze abzuscheiden. Nachdem die Sodalösung abgelassen war, wurde das Aetherextract mit wenigen Tropfen verdünnter Natronlauge geschüttelt, um das Phenol zu binden.

Die Natronsalze der flüchtigen Säuren werden eingedampft und dann mit verdünnter Schwefelsäure destillirt. Die übergegangenen Säuren vom Geruche höherer Fettsäuren werden zunächst in die Ammoniaksalze, dann in die Silbersalze verwandelt.

Analysirt wurde nur das am schwersten lösliche Silbersalz.

0·098 grm Silbersalz trocken über Schwefelsäure gaben:

0.055 grm Ag = 56·1 Procent Ag.

Es lag daher Buttersäure vor, deren Silbersalz 55·2 Procent Ag fordert, während das Silbersalz der nächst höheren Fettsäure — der Valeriansäure — nur 51·5 Procent Ag verlangt.

Das Natronphenolat wird nach dem Eindampfen gleichfalls mit verdünnter Schwefelsäure destillirt. Das mit Bromwasser versetzte Destillat liess einen bromhaltigen, crystallinischen Körper fallen, der nach dem Trocknen über Schwefelsäure bei 95° (uncorrigirt) schmolz. Tribromphenol schmilzt bei Natriumphenolat 95°. Zum Ueberfluss noch eine Brombestimmung.

0·238 grm Bromverbindung über Schwefelsäure 36 Stunden getrocknet wurden mit Kalk geglüht und gaben 0·4035 grm AgBr = 0·172 Br = 72·2 % Br.

Tribromphenol verlangt 72·5 Procent Brom.

Wir erhielten nach dem angeführten Verfahren aus $1^1/_4$ kgrm Fleisch 2·54 grm Tribromphenol = 0·7 grm Phenol = 0·056 Procent des angewandten Fleisches.[2]

---

[1] Es lohnt sich wohl der Mühe festzustellen, in welchem Verhältnisse das Tetanin zum Tetanotoxin, dem Spasmotoxin und den übrigen von Brieger entdeckten Tetanotoxinen steht. Hierzu gehört allerdings ein reicheres Material, als unsere Hülfsmittel herzustellen gestatten.

[2] Bei dieser Bezeichnung ist das zugesetzte Pepton nicht berücksichtigt, obgleich dieses sicher bei der Phenolbildung — ja wie wir glauben — hervorragend betheiligt ist.

Wahrscheinlich sind die in der Cultur nach achttägigem Wachsthum des Tetanusbacillus enthaltenen Phenolmengen noch grösser als 0·7^{grm} gewesen, da durch die mehrstündige Digestion im Dampfkochtopf (S. 405) sicher Phenol abdunstete.

Wie uns besondere Versuche zeigten, bildet der Tetanusbacillus auch in der alkalisirten Koch'schen Bouillon (500^{grm} Rindfleisch, 1000 Wasser, 10^{grm} Pepton, 5 Kochsalz) schon nach achttägigem Wachsthum unter Wasserstoff reichlich Phenol. Quantitative Bestimmungen sollen gelegentlich nachgeholt werden.

Bekanntlich war es E. Baumann,[1] der vor 15 Jahren in einer denkwürdigen Arbeit die Phenolbildung bei der Fäulniss des Fibrins entdeckte.

Soweit uns bekannt, ist die Bildung des Phenols durch den Tetanusbacillus der erste Fall, in welchem der Nachweis dieses Körpers in einer Reincultur eines Mikroben gelang.

Selbstverständlich haben wir uns gefragt, durch welche anderen Mikroorganismen Phenol erzeugt würde.

Für jetzt können wir nur angeben, dass die Bacillen des Rauschbrands und des malignen Oedems nach achttägigem Wachsthum in Bouillon unter Verhältnissen, unter denen der Tetanusbacillus Phenol producirt, kein Phenol bilden.[2] Natürlich haben wir diese Culturen durch Destillation unter Zusatz starker Salzsäure auf Phenol geprüft.

Das durch den Tetanusbacillus producirte Phenol stammt jedenfalls vom Eiweiss, bezüglich vom Pepton ab.

Man hat sich nun vielfach den Eiweisszerfall unter dem Einfluss der Mikroorganismen in der Weise — allerdings ohne experimentelle Prüfung — zurecht gelegt, dass ein Mikroorganismus niemals im Stande sei, das Eiweissmolecül durch Tyrosin, Paroxyphenylpropionsäure, Paroxyphenylessigsäure, Skatol- und Indol-Carbonsäure, Skatol, Indol hindurch bis zum Phenol abzubauen.

Für viele Mikroorganismen ist dies auch jedenfalls zuzugeben.

Die Choleraspirille erzeugt z. B. ganz sicher Indol, wir haben aber Phenol in Cholerareinculturen bisher vergebens gesucht.

Offenbar ist die eiweissspaltende Kraft der verschiedenen Mikroben durchaus verschieden.

---

[1] *Zeitschrift für physiol. Chemie.* 1877. Bd. I. S. 63.

[2] Die weitere Fortsetzung dieser Versuche in der angedeuteten Richtung hat im Einverständniss mit uns Herr Dr. Lewandowski übernommen und auf unsere Veranlassung aus dem Gemisch von Fäulnissbacterien, das sich im faulenden Pankreas vorfand, durch das Koch'sche Plattenverfahren einen Mikroorganismus isolirt, welcher aus Pepton Phenol bildet.

Sollte nicht das Studium dieser Fragen uns über die Schädigungen des Thierkörpers bei der Invasion pathogener Keime bis zu einem gewissen Grade Aufschluss verschaffen können?[1]

Im Laufe unserer Studien über das Tetanin hatten wir vielfach Gelegenheit, Beobachtungen über die giftigen Wirkungen flüssiger Tetanusculturen zu sammeln, welche uns in der Annahme bestärkten, dass der Tetanusbacillus eine Substanz von viel grösserer Giftigkeit, als sie dem Tetanin zukomme, erzeugen müsse.

Die Thatsachen, welche uns zu diesem Schlusse berechtigen, stellen wir in dem zweiten Abschnitt dieser Mittheilung zusammen.

---

[1] Wir injicirten einem mittelgrossen Hunde eine Aufschwemmung einer Agarcultur des Tetanusbacillus in keimfreier Fleischbrühe unter die Rückenhaut der rechten Seite. Erst nach vier Tagen zeigten sich die ersten Krankheitssymptome, und zwar in Gestalt einer Skoliose nach rechts: also entsprechend der Injectionsstelle. Dann griff der Process auf den rechten Hinterfuss über, welcher steif wie ein Stück Holz abducirt wurde. Am Ende des fünften Tages war der linke Hinterfuss in gleicher Weise ergriffen. Auch die Skoliose hatte Fortschritte gemacht. Am sechsten Tage begann die tetanische Starre im rechten, einige Stunden später auch im linken Vorderfuss. Jetzt lag das Thier unbeweglich auf der Seite oder auch stundenlang auf dem Bauche mit weit abducirten Vorder- und Hinterextremitäten. Nun stellten sich klonische Krampfattacken ein, denen das unglückliche Thier erst acht Tage nach der Impfung erlag. Der im Incubationsstadium und nach ausgebrochenem Tetanus täglich untersuchte Harn war frei von Phenol.

[Aus dem hygienischen Institut der Universität zu Berlin.]

Ueber bacterienfeindliche Eigenschaften verschiedener Blutserumarten.

Ein Beitrag zur Immunitätsfrage.

Von

Behring und **F. Nissen.**

Die im Folgenden mitzutheilenden Untersuchungen gingen von der Thatsache aus, dass das Blut der lebenden Thiere (Wyssokowitsch, 2) sowie das aus dem Gefässsystem entleerte Blut (Fodor, 1, Nutall, 3) bacterienfeindliche Eigenschaften besitzt, und dass diese Eigenschaften sich auch im defibrinirten Blut (Nutall, 3, Nissen, 4), im zellenfreien Blutplasma (Nissen, 4) und im zellenfreien Blutserum (Behring, 5a und b, Buchner, 6, 8a u. b) nachweisen lassen.

Es hat nun der eine von uns (Behring, 5) gezeigt, dass das frische, steril erhaltene Serum verschiedener Thiere gegenüber Milzbrandbacterien sich nicht gleich verhält, dass z. B. das Serum von den für Milzbrand sehr empfänglichen Meerschweinchen das Wachsthum der Milzbrandbacillen nicht im mindesten beeinträchtigt, während das Serum milzbrandimmuner Ratten kein Wachsthum dieser Mikroorganismen gestattet. Dadurch wurde der Gedanke nahe gelegt, dass bei Ratten die Widerstandsfähigkeit gegen die Infection mit Milzbrandvirus unabhängig von der Thätigkeit der lebenden Zellen (im Sinne Metschnikoff's) sei, und dass dieselbe durch die Anwesenheit solcher antiseptisch wirksamer Körper bedingt werde, die auch ausserhalb des Gefässsystems sich in der Blutflüssigkeit erhalten und in das zellenfreie Blutserum übergehen.

Indessen bevor ein solches gesetzmässiges Verhalten angenommen werden durfte, schien es erst noch erforderlich, nach einer einheitlichen Methode und an einem grösseren Versuchsmaterial die Prüfung vorzunehmen, und es schien auch zweckmässig, andere Infectionskrankheiten, insbesondere solche, bei welchen im Blut der empfänglichen Thiere während des Lebens die Krankheitserreger gefunden werden, in die Untersuchung hineinzuziehen, um zu erkennen, ob und inwieweit überhaupt sich Beziehungen zwischen Immunität gegen eine bacterielle Krankheit und abtödtender Kraft des Serums immuner Thiere erkennen lassen. Dieser Aufgabe haben wir uns auf Veranlassung des Herrn Geheimrath Koch im Laufe des letzten halben Jahres unterzogen.

I. Die Untersuchungsmethode.

Die Prüfung der bacterienfeindlichen Eigenschaften im Blutserum ;eschah auf zweierlei wesentlich verschiedene Art.

Nach der einen, zuerst in Flügge's Laboratorium von Nutall und Nissen, später auch von Buchner ausgeführten Methode werden zu inem bestimmten Quantum Serum (0·2 bis 0·5 ccm) im Reagensglase ebende, sporenfreie Bacterien hinzugesetzt. Nachdem für eine gleichnässige Vertheilung der Bacterien gesorgt ist, wird dann sofort nach der ussaat mittelst einer Platinöse ein Tröpfchen Serum entnommen, in ein eeignetes verflüssigtes Nährsubstrat übertragen und dieses auf Platten usgegossen. Für solche Bacterien, die bei niedrigeren Temperaturen achsen, wird als Nährboden Gelatine gewählt, für solche, die höherer emperaturgrade oder eines besonders präparirten Nährbodens zu ihrem Vachsthum bedürfen, muss derselbe zweckentsprechend geändert werden; ir haben z. B. für die A. Fränkel'schen Pneumoniebacterien Nähr-Agar iit $1^1/_2$ Procent Traubenzucker oder eine Agargelatine mit 0·75 Procent gar und 10 Procent Gelatine am vortheilhaftesten gefunden.

Die Zahl der auf den Platten (Petri'sche Doppelschalen) nach 2 bis Tagen gewachsenen Colonieen wird dann mit dem Wollfhügel'schen ählapparat berechnet, und man erfährt so, wieviel lebende Keime in dem it der Platinöse entnommenen Serumtröpfchen enthalten waren; dabei ird von der Voraussetzung ausgegangen, dass das ganz kurz dauernde ısammensein der Bacterien mit dem Serum (1 bis 2 Minuten) eine Abdtung lebender Keime nicht zur Folge gehabt hat.

In unseren Tabellen sind diejenigen Platten, welche zum Zweck der estimmung der ausgesäten Keime gegossen wurden, als Controlplatten zeichnet.

Die Mischung des zu prüfenden Serums mit den Bacterien wird nun bei einer solchen Temperatur stehen gelassen, bei welcher erfahrungsgemäss die darin enthaltenen Keime in einem geeigneten Nährsubstrat sich entwickeln können; in unseren Versuchen geschah dies meistentheils in einem Brütschrank, dessen Temperatur auf 24° C. eingestellt war.

Nach Ablauf von 3 Stunden, 6 Stunden und 24 Stunden wird dann mittelst derselben Platinöse, welche für die Controlplatten angewendet wurde, wiederum aus der Serumbacterienmischung je ein Tröpfchen herausgenommen und in Gelatine vertheilt, und die Gelatine wird darauf auf Platten ausgegossen.

Aus der Zahl der in den Platten gewachsenen Colonieen wird schliesslich festgestellt, wieviel lebende Keime nach 3stündiger, 6stündiger, 24stündiger Einwirkung des Serums auf die Bacterien in einer Platinöse voll Serum enthalten sind.

Wenn dann gefunden wird, dass die Zahl der Colonieen kleiner geworden ist, so bedeutet dies, dass eine partielle Abtödtung von Keimen stattgefunden hat.

Aber andererseits darf, wenn die Zahl der Keime sich vermehrt hat, nicht ohne Weiteres eine abtödtende Wirkung des Serums ausgeschlossen werden.

Tabelle II, Versuch Nr. 18 zeigt z. B., dass nach 24stündiger Einwirkung des Kaninchenserums auf Milzbrandbacillen unzählige Colonieen, mindestens 30,000, aus einer Platinöse der Mischung gewachsen waren, während die Controlplatte nur 1600 aufweist.

Dazwischen liegt aber eine Zeit (6stündige Einwirkung), zu welcher die Zahl der Colonieen nur 35, und eine andere (3stündige Einwirkung), wo sie gar nur 7 beträgt.

Es muss in diesem Falle angenommen werden, dass in dem Kaninchenserum zuerst milzbrandfeindliche Einflüsse thätig waren, die zur Abtödtung einer grossen Zahl von Bacterien führten, sodass nach 3 Stunden nur noch etwa der 200. Theil übrig blieb, dass aber die die Abtödtung bewirkenden Factoren allmählich beseitigt wurden, und dass von der 6. Stunde ab eine ungehinderte Vermehrung stattfinden konnte.

In denjenigen Versuchen, in welchen continuirlich eine Vermehrung der Bacterien constatirt wurde, haben wir auf die Abwesenheit bacterienfeindlicher Wirkungen gegenüber den in Frage kommenden Mikroorganismen geschlossen; und wo auch nach 24 Stunden gar keine lebensfähigen Keime gefunden wurden, haben wir totale Abtödtung angenommen.

Die im Vorstehenden skizzirte Plattenmethode gestattet eine zahlenmässige Bestimmung der bacterientödtenden Kraft des Serums, und sie zeichnet sich ferner noch dadurch aus, dass man mit ihrer Hülfe auch

solche bacterienfeindliche Eigenschaften des Serums deutlich erkennen kann, die nur vorübergehend darin wirksam sind.

Für orientirende Vorversuche und zum Zweck der Controlirung der Resultate, welche durch die Plattenmethode genommen wurden, haben wir jedoch daneben auch die Vortheile der viel bequemer ausführbaren Untersuchungsmethode im hängenden Tropfen schätzen gelernt.

Nach derselben wird mit einer Platinöse ein Tröpfchen Serum auf ein sterilisirtes Deckglas gebracht und mit den zu prüfenden Bacterien geimpft.

Bei solchen pathogenen Bacterien, die im Blut der inficirten und verendeten Thiere reichlich vorhanden sind, impft man in der Weise, dass eine Spur Blut aus einer Herzvorkammer mit einer Platinnadel in die Mitte des Serumtröpfchens gebracht wird; die Impfstelle macht sich dann makroskopisch durch ein kleinstes rothes Pünktchen bemerkbar. Muss, wie bei den Cholerabacterien, eine Cultur zur Impfung verwendet werden, so zeigt es sich am zweckmässigsten, zunächst ganz wie bei der Plattenmethode das Serum im Reagensglas zu impfen und die Bacterien gleichmässig zu vertheilen. Aus der Serum-Bacterienmischung wird dann mit der Platinöse ein Tropfen auf das Deckglas gebracht und der Tropfen hängend in der bekannten Art und Weise in einem hohlen Objectträger eingeschlossen.

In besonders für diesen Zweck eingerichteten Blechkästchen werden die so angefertigten hohlen Objectträger bei einer Temperatur von 36° C. im Brütschrank gehalten, und man kann zu jeder beliebigen Zeit sich davon überzeugen, ob eine Vermehrung der eingebrachten Keime stattgefunden hat oder nicht.

Für die Brauchbarkeit dieser Methode spricht wohl zur Genüge der Umstand, dass wir die mittelst derselben für Milzbrandbacillen von dem einen von uns (Behring) früher gewonnenen und anderweitig mitgetheilten Resultate (5a und 5b) durch das Plattenverfahren lediglich bestätigen konnten.

Freilich lässt sich durch die Beobachtung im hängenden Tropfen nicht entscheiden, ob wir bei ausbleibendem Wachsthum es nur mit einer Entwickelungshemmung oder auch mit einer Abtödtung zu thun haben. Zahlreiche Controlexperimente haben jedoch erwiesen, dass da, wo im hängenden Tropfen auch bei mehrtägiger Beobachtung kein Wachsthum gesehen wurde, durch die Plattenmethode totale Bacterienvernichtung zu constatiren war, falls es sich um sporenfreies Material handelte.

Uebrigens lässt sich durch Ueberimpfung aus dem hängenden Tropfen auf ein geeignetes Nährsubstrat gleichfalls feststellen, ob lebensfähige Keime darin noch vorhanden sind oder nicht.

Die partielle Abtödtung kann durch die Beobachtung im hängenden Tropfen nicht erkannt werden.

II. Untersuchungsresultate in Bezug auf den Milzbrand.

A. Uebersicht über das Thiermaterial und über die Gewinnung des Serums.

Den Endzweck unserer Arbeit, nämlich zu erkennen, ob Beziehungen vorhanden sind zwischen der grösseren oder geringeren Empfänglichkeit eines Thieres für eine Bacterienkrankheit und zwischen bacterientödtender Fähigkeit des Serums desselben Thieres gegenüber den in Frage kommenden Bacterien, haben wir zunächst für den Milzbrand zu erfüllen gesucht.

Zur Gewinnung des Serums haben wir fast alle leichter zugänglichen Thierarten benutzt.

Blut von Rindern, Kälbern, Hammeln, Schweinen fingen wir im Schlachtviehhof auf, Pferdeblut in der Rossschlächterei; von Ratten, Kaninchen, Meerschweinchen, Mäusen, von Hunden, Katzen, Hühnern, Tauben und Fröschen entnahmen wir das Blut im hiesigen hygienischen Institut. Durch Vermittelung des Herrn Professor Schütz erhielt Herr Geh. Rath Koch ferner drei milzbrandimmune Hammel aus Packisch, denen wir gleichfalls zu mehreren Malen Blut entzogen haben. Auch Serum aus menschlichem Blut haben wir uns verschafft.

Der Hauptforderung für diese Versuche, steriles Blut und daraus steriles Serum zu bekommen, konnten wir bei den meisten Thieren mit Leichtigkeit Genüge leisten. Es ist dazu nur nothwendig, dass der Blutstrahl aus einer spritzenden Arterie in einem sterilisirten cylindrischen Glase aufgefangen und das Glas dann mit einem sterilisirten Wattepropf oder mit einem Glasdeckel so verschlossen wird, dass auch später keine Keime in das Blut hineingelangen können.

Bei den Laboratoriumsthieren legten wir für diesen Zweck eine Carotis oder Femoralis unter antiseptischen Cautelen frei, schlossen das Gefäss an einer centralwärts gelegenen Stelle mit einer Klemmpincette ab, unterbanden peripherisch, schnitten in der Mitte durch und fassten nun das centrale Ende mit einer feinen Hakenpincette an der Adventitia.

Mit dieser Handhabe hielten wir das Lumen der Arterie in die Mitte des Glases, in welchem das Blut aufgefangen werden sollte, lockerten dann die Klemmpincette und liessen soviel Blut in mehrere Gläser einfliessen, als wir für unsere Versuchszwecke brauchten.

Bei einiger Uebung verläuft alles ganz glatt und schnell, und es ist gar nicht nöthig, dass die Thiere narkotisirt werden. Wenn wir nach Entleerung der gewünschten Blutmenge auch das centrale Ende des durchschnittenen Gefässes unterbunden, die Wunde darauf unter antiseptischen Cautelen zugenäht und die operirten Thiere losgelassen hatten,

so war es ganz bemerkenswerth, wie wenig denselben die überstandene Operation anzumerken war; Hunde, denen die Femoralis unterbunden war, sprangen sofort im Zimmer umher und zeigten dieselbe Munterkeit, wie vor der Operation, gleich als ob ihnen nichts geschehen wäre. Wir hatten die Genugthuung, dass von etwa 20 in dieser Weise operirten Meerschweinchen, ungefähr ebensoviel Kaninchen, 3 Hunden, 2 Katzen, 2 immunisirten Hammeln kein einziges Thier an der Operation eingegangen ist, und dass wir auch bei keinem Thiere Eiterung oder sonstige entzündliche Folgekrankheiten bemerkt haben.

Etwas schwieriger gestaltete sich zuerst die Operation bei Ratten. Durch die dankenswerthen Bemühungen des Herrn Lautenschläger bekamen wir aber im Laufe unserer Versuche ein Rattenbrett, welches gestattet, den Oberkiefer der Thiere, während sie auf dem Rücken festgebunden liegen, mit einer Art Trensenvorrichtung an das Brett zu befestigen; ausserdem auch eine Kopfzange, mit welcher die Ratte, ohne Schaden zu nehmen, ganz sicher am Kopf festgehalten werden kann, so dass auf diese Weise ihre gefährlichste Waffe, das Gebiss, gänzlich unschädlich gemacht wird. Seitdem haben wir an Ratten ebenso bequem operiren können, wie an den auf ein Brett gebundenen und im Kopfhalter festgehaltenen Kaninchen und Meerschweinchen.

Bei Hühnern, Tauben und bei Mäusen sahen wir uns genöthigt, zur Gewinnung genügender Blutmengen soviel Blut ausfliessen zu lassen, dass fast ausnahmslos die Thiere hinterher starben.

Um eine recht ausgiebige und schnelle Abscheidung des Serums zu erzielen, fanden wir es zweckmässig, die Gläser mit dem Blut nicht voll zu füllen, sondern nur höchstens halbvoll, und dann das Blut schräg erstarren zu lassen. Auf diese Weise bekamen wir schon 6 bis 10 Stunden, ja bei manchen Thieren schon nach 2 Stunden, nach der Blutentleerung eine für unsere Zwecke hinreichende Menge Serum.

Wenn man bezüglich der Blutgewinnung in der Weise vorgeht, wie vorher beschrieben wurde, gelingt es fast ausnahmslos, das Serum steril zu bekommen und zu erhalten. Für die Sicherheit, mit welcher man arbeiten kann, mag die Mittheilung sprechen, dass auf ca. 70 Platten (aus der grossen Versuchsreihe in Tabelle II, in welcher das Serum von 11 verschiedenen Thieren zu gleicher Zeit untersucht worden war), die wir eines Tages Herrn Geh. Rath Koch demonstriren durften, in keiner, soweit sich das makroskopisch erkennen liess, eine Verunreinigung zu sehen war.

Was nun die Versuchsthiere im Einzelnen betrifft, so haben wir uns bei den Laboratoriumsthieren stets auch von ihrer Empfänglichkeit für Milzbrand bezw. von ihrer Immunität durch Impfung vergewissert. Nur bei Meerschweinchen und Mäusen wurde die Impfung unterlassen; bei den unzähligen Impfungen, die hier und an anderen Orten bei diesen Thieren im Laufe vieler Jahre ausgeführt worden sind, ist noch kein Meerschweinchen und keine Maus gegen virulenten Milzbrand immun gefunden worden!

Gänzlich immun zeigten sich bei unseren Versuchen 3 alte Hühner, 3 grössere ältere Hunde, 2 ausgewachsene Katzen.

Einer besonderen Erwähnung bedarf das Verhalten der Ratten. Im Laufe des letzten Jahres sind zur Feststellung der Milzbrandempfänglichkeit dieser Thiere ca. 60 im hiesigen Institut geimpft worden. Von diesen starben bei einer Sorte weisser alter Ratten, die schon längere Zeit im Institut gehalten wurden, unter 9, nachdem sie mit einer virulenten Agarcultur geimpft waren, 3 an Milzbrand. Von den übrigen 6 starben wiederum 3 nach der Impfung mit einem Milzstückchen einer an Milzbrand eingegangenen Ratte. Jüngere Ratten dieser Sorte gingen ausnahmslos an Milzbrand ein, auch wenn sie mit einer Cultur, ebenso wenn sie mit einem sporenhaltigen Seidenfaden geimpft wurden. In allen diesen Versuchen konnte übrigens regelmässig constatirt werden, dass bei einem virulenten Milzbrandmaterial von gleicher Herkunft der Impferfolg ceteris paribus am promptesten eintrat nach Verimpfung von Blut oder Organstückchen eines an diesem Milzbrand verendeten Thieres; nächstdem nach Verimpfung einer frischen Agarcultur; am wenigsten sicher war der Impferfolg, wenn Seidenfäden, auch wenn die Sporen sehr reichlich angetrocknet waren, unter die Haut gebracht wurden; geringe Mengen einer Agarcultur von eben denselben Sporen zeigten sich erheblich wirksamer.

Es standen uns ferner 12 bunte Ratten zu Gebote, die aus Bonn bezogen waren, wo Behring (4) früher ganz immune weisse Ratten angetroffen hatte. Von diesen Ratten starb unter 7 mit Milzbrandblut geimpften Thieren nur eins.

Eine 3. Sorte (20 Stück) wurde im Laufe unserer Versuche vom Institut angekauft. Es waren das grosse weisse Ratten, die sämmtlich, soweit sie geimpft wurden (10 Stück), die Impfung mit Agarcultur vertrugen. Von 2 mit Milzbrandblut geimpften Thieren starben aber beide an Milzbrand.

Endlich hatten wir durch freundliche Vermittelung des Herrn Professor C. Fränkel von Herrn Dr. Lubarsch aus Zürich 3 grössere weisse

Ratten bekommen; 2 derselben, mit Agarcultur geimpft, starben an Milzbrand.

Wir werden entsprechend dieser Aufzählung die verschiedenen Ratten als Sorte I, II, III und IV später aufführen.

Alle Ratten, welche mit Milzbrandblut geimpft waren und daran starben, gingen spätestens am 4. Tage ein. Bei Verimpfung von sporenhaltigem Culturmaterial kann jedoch der Tod an Milzbrand noch nach 10 bis 14 Tagen eintreten; ja in vereinzelten Fällen sind 3 bis 4 Wochen zwischen der Impfung und dem Tode der Thiere vergangen.[1]

Von Kaninchen, die wir während unserer Versuche impften, gingen alle mit Milzbrandblut geimpften Thiere ein; dagegen ist der Impferfolg, wenn diesen Thieren ein sporenhaltiger Seidenfaden oder auch eine ältere sporenhaltige Cultur unter die Haut gebracht wird, auch nicht annähernd so sicher und prompt, wie bei Meerschweinchen.

Von den Packischer Hammeln erwies sich einer gegen virulenten Milzbrand (Seidenfaden und Agarcultur) immun; bei einem zweiten, an welchem die Wirkung virulenten Milzbrandbluts geprüft werden sollte, war das Resultat nicht eindeutig. Es sind auf irgend eine Weise anaërobe pathogene Bacterien in die Impfstelle gelangt, die den Hammel längere Zeit krank gemacht haben. Der dritte Hammel ist bis jetzt noch nicht geimpft worden. Jedenfalls haben wir aus unseren Impfversuchen keinen Grund, daran zu zweifeln, dass die uns als immunisirt übergebenen Hammel wirklich milzbrandimmun sind.

B. Resultate.

Ueber die Ergebnisse der Untersuchung im hängenden Tropfen können wir summarisch berichten, da bei den unzähligen Einzelversuchen immer wieder dasselbe gefunden wurde.

Im Serum sämmtlicher Meerschweinchen, Hammel (auch der immunisirten), Mäuse, im Pferde-, Hühner-, Tauben-, Froschserum, auch im Katzenserum fand ungehinderte reichliche Vermehrung der Milzbrandbacillen und Auswachsen der Sporen statt; in der Regel erfolgte das Wachsthum in langen Fäden, und schon nach 20 Stunden wurde in den meisten Fällen typische Sporenbildung beobachtet.

Im ganz frischen Serum eines Hundes (Nr. I) blieb das Wachsthum aus, bei den beiden anderen Hunden wuchsen die Milzbrandbacillen ebenso

[1] Die Sporen bleiben offenbar zuweilen längere Zeit im Organismus der Ratten lebensfähig, ohne auszukeimen. Wenn dann durch irgend einen Umstand die Widerstandsfähigkeit gegen die Milzbrandinfection herabgesetzt ist, kommt es zum Auskeimen der Sporen und zur Vermehrung der Bacillen. In 3 Fällen mit sehr langer Incubationszeit wurden die an Milzbrand verendeten Ratten im Zustand weit vorgeschrittener Gravidität gefunden.

üppig, wie im Meerschweinchenserum. Auch in einem menschlichen Serum vermehrten sich die Bacillen.

Bei Kaninchen trafen wir in Uebereinstimmung mit den früheren Mittheilungen Behring's kein gleichmässiges Verhalten; namentlich im Serum alter grosser Kaninchen wird die Entwickelung nicht selten gänzlich gehemmt; und in den Fällen, in welchen eine Vermehrung der Bacillen stattfand, wurde fast stets die Sporenbildung vermisst.

Fast das Gleiche, wie von Kaninchen, gilt vom Rinderserum, nur dass die Fälle von gänzlicher Entwickelungshemmung seltener sind; Sporenbildung tritt auch im Rinderserum nur in äusserst wenigen Fällen ein; dagegen gestattete Kälberserum stets reichliche Entwickelung mit typischer Sporenbildung.

Im Rattenserum fanden wir ausnahmslos Entwickelungshemmung, und zwar nicht nur im ganz frischen Serum, sondern auch in solchem, welches mehrere Tage, bis zu 8 Tagen, alt war, vorausgesetzt, dass das Serum an einem kühlen Ort gelassen wurde. Hatte steriles Serum mehr als einen Tag im Brütschrank gestanden, so verlor es in den von uns untersuchten Fällen die energische entwickelungshemmende Wirkung. Mit frischem Rattenserum haben wir auch solche Versuche angestellt, welche den Grad der entwickelungshemmenden Wirkung genauer erkennen lassen sollten. Wir setzten Rattenserum zu Meerschweinchenserum hinzu, und da zeigte sich die bemerkenswerthe Thatsache, dass 1 Theil Rattenserum in 8 Theilen Meerschweinchenserum noch einen sehr deutlichen entwickelungshemmenden Einfluss ausübte.

Zur Illustration der durch die Plattenmethode gewonnenen Resultate dient die folgende tabellarische Uebersicht.

Tabelle I.

Versuchs-Nr.	Herkunft des Serums	Zahl der Colonieen in den Controlplatten (gleich nach der Aussaat)	Zahl der Colonieen in den Platten nach 2stündig. Stehen des Serums	Zahl der Colon. nach 20stündig. Stehen des Serums	Bemerkungen
1	Bunte (Bonner) Ratte (II) Serum 5 Tage alt	Platte 1 120	0	0	Zur Aussaat diente Milzbrandblut von einer an virulentem Milzbrand verstorbenen Maus.
		Platte 2 138	0	0	
2	Kaninchen	desgl.	0	0	
			0	0	
3	Meerschweinch.	desgl.	105	unzählige	
			120	„	

In den eben mitgetheilten Versuchen hatten wir nicht für jedes Serum besondere Controlplatten angefertigt, sondern angenommen, dass die Zahl der mit einer Oese Milzbrandblut ausgesäten Keime stets ungefähr die gleiche ist, und aus diesem Grunde nur für das Rattenserum Controlplatten gegossen. Diese Annahme ist wohl auch im Wesentlichen berechtigt. Da jedoch die Möglichkeit nicht von der Hand zu weisen ist, dass auch eine ganz kurz dauernde, wenige Minuten lange Einwirkung des Serums auf die Zahl der eingebrachten Keime einwirken kann, dass z. B. das Rattenserum in der kurzen Zeit, welche für die gleichmässige Vertheilung des Milzbrandbluts im Serum in Anspruch genommen wird, eine gewisse Zahl von Keimen abtödtet, während Meerschweinchenserum dies nicht thut, so haben wir in den späteren Versuchen für jedes Serum besondere Controlplatten behufs Feststellung der gleich nach der Aussaat vorhandenen lebensfähigen Keime angefertigt.

Wir haben ferner in den Vorversuchen festgestellt, dass die energischste Abtödtung bis etwa zur 4. oder 5. Stunde nach der Aussaat stattfindet bei solchem Serum, welches überhaupt abtödtende Fähigkeit besitzt; und aus diesem Grunde ist für die Anfertigung derjenigen Platten, welche den Einfluss des Serums auf die Zahl der darin enthaltenen lebenden Keime erkennen lassen sollen, nicht mehr die Zeit von 2 Stunden und 20 Stunden, sondern die von 4 Stunden und ausserdem die von 24 Stunden gewählt worden. Auf die in dieser Richtung abweichenden Versuche Nr. 17 bis 23 und Nr. 27 bis 29 kommen wir noch zurück.

Tabelle II.

1.	2.	3.	4.	5.	6.
Versuchs-Nr.	Herkunft des Serums	Zahl der Colonieen in den Controlplatten	Zahl der Colonieen in den Platten nach 4 stündiger Einwirkung des Serums	Zahl der Colonieen in den Platten nach 24 stündiger Einwirkung des Serums	Bemerkungen
4	Hammel I	1050	Platte I 880 „ II 1350	unzählige	Serum in allen Versuchen 1 Tag alt. Impfung mit Blut einer an virulentem Milzbrand frisch verstorbenen Maus.
5	Hammel II	850	„ I 400 „ II 480	„	
6	Hammel III	650	„ I 1190 „ II 900	„	
7	Hammel IV	1250	„ I 1650 „ II 1500	„	
8	Rind I	2800	„ I 165 „ II 295	„	
9	Rind II	2000	„ I 180 „ II 250	„	

(Fortsetzung.)

1.	2.	3.	4.	5.	6.
Versuchs-Nr.	Herkunft des Serums	Zahl der Colonieen in den Controlplatten	Zahl der Colonieen in den Platten nach 4 stündiger Einwirkung des Serums	Zahl der Colonieen in den Platten nach 24 stündiger Einwirkung des Serums	Bemerkungen
10	Kalb	2300	Platte I 350 „ II 395	unzählige	wie Nr. 4–9.
11	Schwein	950	„ I 2000 „ II 2500	„	
12	Ratte (Sorte III)	1100	„ I 0 „ II 0	0	
13	Hammel I (wie Nr. 4	In allen Platten sehr viel, ca. 12000—15000 Keime	Platte I unzähl. „ II „	unzählige „	Impfung mit virulentem Milzbrand-blut. 2 Tage altes Serum.
14	Hammel III (wie Nr. 6)		„ I 13000 „ II 15000	„ „ „	
15	Meer-schweinchen		„ I 13000 „ II 10000	„ „	
16	Ratte III (wie Nr. 12)		„ I 100 „ II 0	0 0	
17	Ratte aus Zürich (IV)	290	Platte a) 6 „ b) 32	unzählige	Impfung mit Aufschwemmung des Milzsaftes einer an virulentem Milzbrand verstorbenen Maus. Serum 1 Tag alt.
18	Kaninchen	1600	„ a) 7 „ b) 35	„	
19	Katze I	6500	„ a) 4500 „ b) 5000	„	
20	Katze II	8000	„ a) 9000 „ b) 25000	„	
21	Huhn	1200	„ a) 600 „ b) 2000	„	
22	Meerschw.	2000	„ a) 890 „ b) 6000	„	
23	Frosch	9000	4500	„	
24	Hund I	7500	18000	„	
25	Hund II	7500	25000	„	
26	Hund III	7500	30000	„	
27	Hund I	280	Platte α) 190 „ β) 220	12000	
28	Hund II	85	„ α) 120 „ β) 260	20000	
29	Hund III	350	„ α) 180 „ β) 750	18000	

Zur Erläuterung der vorstehenden Tabelle haben wir noch einige Bemerkungen zu machen.

In den Versuchen 17 bis 23 in Colonne 4 bedeuten die Buchstaben a und b, ebenso in den Versuchen 27 bis 29 die Buchstaben *α* und *β* etwas anderes, als die entsprechenden Zahlen I und II in den anderen Versuchen. Durch letztere Zahlen wird angegeben, wieviel Colonieen nach 4stündiger Einwirkung des Serums in 2 gleich behandelten Platten gefunden wurden. Man erkennt leicht, dass die Uebereinstimmung überall eine recht grosse ist, und wir durften daher auf die Anfertigung mehrerer Platten, die sich gegenseitig controliren sollten, fernerhin verzichten.

Dagegen kam es uns darauf an, noch genauer zu erkennen, in welcher Zeit nach der Aussaat die intensivste Abnahme der lebensfähigen Keime stattfindet, und wir haben für diesen Zweck in den Versuchen 17 bis 23 je eine Platte (a) nach 3 Stunden und eine (b) nach 6 Stunden gegossen; in den Versuchen 27 bis 29 aber eine (*α*) nach 2 Stunden und eine (*β*) nach 5 Stunden. Es kam dabei ganz deutlich beim Hundeserum zum Ausdruck, dass eine reichlichere Vermehrung der Bacillen erst von der 5. Stunde ab beginnt.

Die Versuche 27 bis 29 sind noch dadurch bemerkenswerth, dass wir hier absichtlich nur eine geringe Zahl von Keimen in's Serum aussäten, um zu sehen, ob vielleicht das Serum immuner Hunde, wenn auch nicht eine sehr grosse Zahl, so doch eine kleinere abzutödten vermag; das ist nun nicht der Fall, wenngleich sich nicht verkennen lässt, dass die Vermehrung weniger ausgiebig ist bei kleiner Aussaat, als bei einer grösseren.

Wo wir (in Col. 5) unzählige Colonieen verzeichnet haben, da bedeutet dies, dass mindestens 30000 in der Platte vorhanden waren.

Sehr merkwürdig ist es, dass solches Rattenserum, welches einen hohen Grad milzbrandfeindlicher Wirkung hat (Versuch Nr. 12 und Nr. 16), nicht bloss eine kleine Zahl von Keimen, sondern auch eine sehr grosse in ganz kurzer Zeit abzutödten vermag. Im Versuch Nr. 16 wurden für die Controlplatte mit einer Platinöse aus der Rattenserum-Bacterienmischung ca. 15000 Keime herausgebracht. Nun ist die Flüssigkeitsmenge, welche mit einer Platinöse aufgenommen wird, höchstens der 50. Theil eines Kubikcentimeters. Wenn man da die Rechnung anstellt, so ergiebt sich, dass 1 ccm Rattenserum nicht weniger als 50 × 15000, also beinahe 1 Million Milzbrandbacillen, die mit Mäuseblut hineingebracht wurden, schon in ca. 4 Stunden vollkommen abgetödtet hatte.

Diese milzbrandtödtende Kraft des Rattenserums bleibt auch ziemlich ungeschwächt längere Zeit erhalten, wie man aus Versuch Nr. 1 in Ta-

belle I erkennen kann. In diesem Versuch war zwar die Aussaat eine kleinere (ca. 60000 pro Cubikcentimeter); aber auch hier wurden noch sämmtliche Keime vernichtet.

Dass es auch Ratten giebt, deren Serum eine so erhebliche milzbrandfeindliche Wirkung nicht besitzt, lehrt der Versuch Nr. 17, in welchem von 290 eingesäten Bacillen nach 3 Stunden in einer Platinöse allerdings nur 6 und in 6 Stunden 32, aber in 24 Stunden mehr als 30000 durch das Plattenverfahren nachgewiesen wurden. Leider fehlt uns in unseren Protocollen die Angabe über das Verhalten dieses Serums im hängenden Tropfen. Die Ratte, um welche es sich in diesem Versuch handelte, war eine von den Züricher Ratten, deren auffallend geringe Widerstandsfähigkeit gegen Milzbrandinfection wir ebenso wie Lubarsch feststellen konnten.

Auf einige andere Einzelheiten der Tabelle II wird noch bei Betrachtung des Schlussergebnisses zurückzukommen sein.

Das zu mehreren Malen zwei immunisirten Hammeln entnommene Blut bezw. das daraus gewonnene Serum verhielt sich bei den Plattenversuchen genau in derselben Weise, wie das der vier nicht immunisirten Hammel. Es zeigte keine abtödtende Wirkung, auch nicht einmal in den ersten Stunden nach dem Zusammenbringen der Milzbrandbacillen mit dem Serum. Wir führen diese Versuche (Nr. 30 bis 32) daher nicht erst tabellarisch an.

III. Untersuchungsresultate in Bezug auf die A. Fränkel'schen Pneumoniebacterien, die Kommabacillen der Cholera asiatica und in Bezug auf den Vibrio Metschnikovi.

Wie gegenüber den Milzbrandbacillen haben wir mittelst der Plattenmethode auch für verschiedene andere pathogene Bacterien die bacterientödtende Fähigkeit einiger Blutserumarten geprüft und nach mancherlei Vorversuchen uns eingehender mit den oben genannten beschäftigt.

Für die A. Fränkel'schen Pneumoniebacterien und die wahrscheinlich mit ihnen identischen Bacillen der Sputumsepticämie zeigten sich in unseren Versuchen Mäuse, Kaninchen und Ratten leicht empfänglich, während fast alle Meerschweinchen die Infection auch mit reichlicheren Mengen dieser Bacterien gut vertrugen. Kaninchen lassen sich gegen diese Krankheit ziemlich leicht immunisiren, und so haben wir auch immunisirte Kaninchen in unsere Versuche hineingenommen.

Durchgreifende Unterschiede im Verhalten des Serums dieser verschieden empfänglichen Thiere haben wir aber nicht gefunden. Mit Ausnahme des Serums von einem Meerschweinchen konnten wir in keinem Fall eine nennenswerthe abtödtende Fähigkeit constatiren. (Tabelle III.

Tabelle III.

Versuche mit A. Fränkel'schen Pneumoniebacterien und mit Sputumsepticämie.

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
Versuchs-Nr.	Herkunft des Serums	Zahl der Colonieen in den Controlplatten	Zahl der Colon. in den Platten nach 3 stündiger Einwirkung des Serums	Zahl der Colon. in den Platten nach 5 stündiger Einwirkung des Serums	Zahl der Colon. in den Platten nach 20 stündig. Einwirkung des Serums	Art und Herkunft des Impfmaterials
33	Meerschw.	480	I 0 II 0	—	—	Fr. Mäuseblut
34	Kaninchen	520	I 210 II 320	—	—	desgl.
35	Meerschw.	5000	I 3000 II 3500	—	4500	Fr. Kaninchenblut
36	Kaninchen	12000	I 9000 II 7500	—	—	desgl.
37	Meerschw.	750	I 1250 II 1800	—	—	Sp. Mäuseblut
38	Kaninchen	2800	I 4000 II 3700	—	2000	desgl.
39	Meerschw.	320	—	3520	unzählige	Fr. Mäuseblut
40	Kaninchen	450	—	5000	„	desgl.
41	Ratte III	380	—	2800	„	desgl.
42	Meerschw.	18	I 31 II 36	—	—	Fr. Mäuseblut
43	Kaninchen	6	I 58 II 42	—	—	desgl.
44	Meerschw.	280	—	680	—	Sp. Mäuseblut
45	Kaninchen	350	—	1800	—	
46	Meerschw.	3500	6000	—	unzählige	Fr. Mäuseblut
47	Ratte III	2800	4500	—	„	desgl.
48	Meerschw.	140	300	—	unzählige	Fr. Mäuseblut
49	Immunisirtes Meerschw.	200	150	—	„	desgl.
	Versuche mit Kommabacillen der Cholera asiatica.					
50	Meerschw.	1250	I 2 II 55	—	0	1 Tag alte Bouilloncultur
51	Gegen Vibr. M. immunisirtes Meerschw.	1250	I 0 II 0	—	0	desgl.

Anmerkung. Die durch stärkere Striche eingeschlossenen Versuche gehören enger zusammen insofern, als sie gleichzeitig ausgeführt sind.

(Fortsetzung.)

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
Versuchs-Nr.	Herkunft des Serums	Zahl der Colonieen in den Controlplatten	Zahl der Colon. in den Platten nach 3 stündiger Einwirkung des Serums	Zahl der Colon. in den Platten nach 5 stündiger Einwirkung des Serums	Zahl der Colon. in den Platten nach 20 stündig. Einwirkung des Serums	Art und Herkunft des Impfmaterials
52	Meerschw.	unzählige	—	I 0 II 0	0	1 Tag alte Bouilloncultur
53	Gegen Vibr. M. immunisirtes Meerschw.	desgl.	—	0	0	desgl.
54	Gegen Vibr. M. imm. Mschw.	11000	a) 500 b) 180	350	7000	1 Tag alte Bouilloncultur
55	Maus	15000	a) 10000 b) 8000	5000	unzählige	desgl.
56	Mensch	80000	65	I 0 II 0	85	desgl.

Versuche mit Vibrio Metschnikovi (Gamaleïa).

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
57	Normales Meerschw.	55	I 87 II 69	—	—	Taubenblut
58	Immunisirtes Meerschw.	55	I 0 II 3	—	—	desgl.
59	Normales Meerschw.	14500	I 12000 II 17000	—	15000	Taubenblut
60	Immunisirtes Meerschw.	11500	I 450 II 210	—	0	desgl.
61	Normales Meerschw.	unzählige	—	I unzählige II "	unzählige	1 Tag alte Bouilloncultur
62	Immunisirtes Meerschw.	"	—	I 0 II 0	0	desgl.
63	Normales Meerschw.	250	I 600 II 450	—	105	1 Tag alte Bouilloncultur
64	Immunisirtes Meerschw.	180	I 3 II 1	—	0	desgl.
65	Kaninchen	320	I 8 II 6	—	550	desgl.
66	Immunisirtes Meerschw.	6000	a) 180	25	130	Taubenblut
67	Immunisirtes Meerschw.	1650	a) 0 b) 0	—	—	desgl.

(Fortsetzung.)

1. Versuchs-Nr.	2. Herkunft des Serums	3. Zahl der Colonieen in den Controlplatten	4. Zahl der Colon. in den Platten nach 3stündiger Einwirkung des Serums	5. Zahl der Colon. in den Platten nach 5stündiger Einwirkung des Serums	6. Zahl der Colon. in den Platten nach 20stündiger Einwirkung des Serums	7. Art und Herkunft des Impfmaterials
68	Taube	4500	I 450 II 360	—	25000	Taubenblut
69	Normales Meerschw.	3000	I 5000 II 2800	—	unzählige	desgl.
70	Huhn I	—	—	—	„	desgl.
71	Huhn II	—	—	—	„	desgl.
72	Ratte (Sorte. III)	350	—	150	200	desgl.

Versuch 33 bis 40.) Das Impfmaterial für diese Versuche war ausnahmslos Blut von Thieren, die an Sputumsepticämie oder an den A. Fränkel'schen Pneumoniebacterien verendet waren. Letztere stammten aus einer pneumonischen menschlichen Lunge, die wir aus einem hiesigen Krankenhause bekommen hatten, und wurden während der Dauer unserer Versuche durch Ueberimpfung von Thier zu Thier lebend und virulent erhalten.

Was die Resultate im Einzelnen betrifft, so verweisen wir besonders auf die Versuche Nr. 41 und Nr. 47, aus denen hervorgeht, dass Rattenserum, bei welchem wir so sehr energische milzbrandfeindliche Wirkungen constatirt hatten, ebensowenig das Wachsthum der Pneumoniebacterien beeinflusst, wie das Serum der anderen untersuchten Thiere.

Auch die Versuche Nr. 42 und Nr. 43 sind bemerkenswerth insofern, als sie zeigen, dass selbst bei sehr geringer Aussaat eine Abtödtung nicht stattfindet.

Den Cholerabacterien gegenüber haben wir nur wenige Serumsorten genauer geprüft, nachdem sich in unseren Vorversuchen das gleichmässige Resultat ergeben hatte, dass dieselben fast vollständig von dem Serum der meisten Thiere abgetödtet werden — ein Resultat, welches mit den früheren sehr zahlreichen Versuchsergebnissen Nissen's (4) bei defibrinirtem Blut und mit den neuerdings von H. Buchner (6) über die Wirkung zellenfreien Blutserums mitgetheilten Beobachtungen gut übereinstimmt.

Aber auch hier sind wir auf Ausnahmen gestossen. Wir fanden beispielsweise, dass Mäuseblutserum (Versuch Nr. 55) die abtödtende Wirkung

nicht in gleicher Weise besitzt, wie das Serum der anderen bisher untersuchten Thiere.

Ein sehr bemerkenswerthes Verhalten zeigte der von Gamaleïa beim Geflügel, namentlich bei Tauben und Hühnern in Odessa gefundene und von ihm Vibrio Metschnikovi genannte Kommabacillus. Es ist das ein in seinen morphologischen Eigenschaften den Kommabacillen der Cholera asiatica nahestehender Mikroorganismus, der sich aber durch seine pathogenen Eigenschaften für Meerschweinchen, Tauben, junge Hühner, unter Umständen — wenn nämlich die Culturen in besonderer Art gezüchtet werden — auch für alte Hühner, Kaninchen und Ratten wesentlich unterscheidet. Dieser Vibrio ist im Stande, die für ihn empfänglichen Thiere in ganz kurzer Zeit zu tödten, und man findet ihn dann in grosser Zahl im Blut; Pfeiffer (8), welcher nach Gamaleïa sich eingehend mit diesem Organismus beschäftigt hat, schlug für die von demselben erzeugte Krankheit den recht bezeichnenden Namen „Vibrionensepticämie" vor.

Abgesehen von den Differenzen, die bei verschiedenen Thieren in Bezug auf ihre Empfänglichkeit für diesen Krankheitserreger, den Vibrio Metschnikovi, von Natur vorhanden sind, lassen sich solche auch künstlich — wie Gamaleïa gezeigt und Pfeiffer bestätigt hat — herstellen. Meerschweinchen und Tauben, welche unfehlbar in 16 bis 24 Stunden der Infection erliegen, können mit grosser Sicherheit immun gemacht werden.

Durch das freundliche Entgegenkommen von Herrn Stabsarzt Pfeiffer erhielten wir 7 durch ca. 2 wöchentliche Vorbehandlung mit sterilisirten Bouillonculturen gegen die Vibrionensepticämie vollkommen immunisirte Thiere, von denen wir die ersten 4 selbst noch auf ihre Widerstandsfähigkeit gegen die Infection mit Taubenblut prüften. 2 Controlthiere und die 4 immunisirten Meerschweinchen erhielten zu gleicher Zeit je 1 ^{ccm} einer Aufschwemmung vibrionenhaltigen Taubenbluts in Bouillon intraabdominell injicirt. Beide Controlthiere starben nach weniger als 16 Stunden; alle 4 vorbehandelten Thiere überstanden die Infection, ohne erheblichere Krankheitserscheinungen zu zeigen.

Hier hatten wir nun ein Material für unsere Versuchszwecke beisammen, wie es schöner kaum erdacht werden kann.

Wir hatten Bacterien, die morphologisch sich sehr nahe stehen, in Bezug auf ihre pathogenen Eigenschaften aber auf's äusserste von einander abweichen; insofern als die einen — die Cholerabacterien — im Blut des Menschen, für welchen sie pathogen sind, fast nie gefunden werden, die anderen — Vibrio Metschnikovi — unter dem typischen Bilde einer Bacterienseptioämie die empfänglichen Thiere tödten.

Wir hatten Thiere, die von Natur fast gänzlich refractär gegen den Vibrio Metschnikovi sind, und solche, welche mit grösster Sicherheit einer geeigneten Infection erliegen.

Wir hatten endlich Individuen von derselben Thierspecies, die wir sowohl im Zustande der Empfänglichkeit, wie in dem der willkürlich erzeugten Immunität untersuchen konnten.

Man wird die Spannung begreiflich finden, mit welcher wir an die Prüfung der verschiedenen Serumarten herangingen!

Die Versuche wurden zu einer Zeit angestellt, als wir noch nicht durch erweiterte Erfahrungen in Bezug auf den Milzbrand das gänzliche Fehlen des bacterientödtenden Einflusses in dem Serum der milzbrandimmunen Hammel, in dem Serum der von Natur immunen Katzen und Hühner kennen gelernt hatten; als vielmehr die vielen bei Meerschweinchen einerseits, bei Ratten andererseits gemachten Befunde in uns die Ueberzeugung gefestigt hatten, dass es kein Zufall sein könne, dass im Serum der sehr für Milzbrand empfänglichen Meerschweinchen überall, ohne jede Ausnahme ein milzbrandfeindlicher Einfluss fehlt, während ein solcher bei den sehr widerstandsfähigen Ratten ebenso regelmässig vorhanden ist.

Als wir nun die in Tabelle III, Versuch Nr. 50 bis 67 aufgeführten Resultate bekommen hatten, aus denen hervorgeht:

1. Dass im Blutserum aller Meerschweinchen die Kommabacillen der Cholera abgetödtet werden.

2. Dass im Blutserum aller normaler Meerschweinchen die Kommabacillen der Vibrionensepticämie nicht abgetödtet werden.

3. Dass endlich im Blutserum aller 7 gegen den Vibrio Metschnikovi immunisirten Meerschweinchen die Kommabacillen der Vibrionensepticämie ebenso abgetödtet werden, wie die der Cholera,

da war es sehr verführerisch, mit diesem durchsichtigen, den Zusammenhang zwischen der Immunität eines Thieres und zwischen der Fähigkeit seines Serums, die krankmachenden Bacterien abzutödten, so schlagend beweisenden Ergebniss abzuschliessen — unter der stillschweigenden, vielleicht auch ausgesprochenen Ueberzeugung, dass ein solches Verhältniss ganz gesetzmässig sei und überall bestehe.

Indessen mussten uns folgende Ueberlegungen davon abhalten. Zuerst fiel es auf, dass bei den gegen Milzbrand sehr widerstandsfähigen Hunden viele Thiere eine milzbrandfeindliche Wirkung in ihrem Serum gänzlich vermissen lassen. Behring, welcher darauf schon in seiner ersten Mittheilung über das Rattenserum aufmerksam machte, fand damals einen von ihm geimpften Hund nicht milzbrandimmun; und da weiterhin Buchner gerade im Hundeserum recht erhebliche milzbrand-

tödtende Fähigkeiten gefunden hatte, so konnte man sich zwar allenfalls noch mit der Deutung helfen, dass die in einzelnen Fällen fehlende milzbrandtödtende Wirkung des Hundeserums darauf beruhe, dass es sich gerade um Hunde gehandelt habe, die nicht milzbrandimmun waren; je mehr wir aber den thatsächlichen Verhältnissen nachgingen, um so mehr mussten wir uns überzeugen, dass diese Deutung nicht ausreichend ist.

Wir haben schon erwähnt, dass nicht bloss im Hundeserum, sondern auch im Serum milzbrandimmuner Katzen, Hühner, Frösche und im Serum immunisirter Hammel die milzbrandtödtende Wirkung nicht vorhanden ist, und so haben wir auch constatiren müssen, dass gegenüber dem Vibrio Metschnikovi das Serum der immunen Hühner (Versuch Nr. 70 und 71) eine tödtende Fähigkeit nicht besitzt.

Aus den sonstigen den Vibrio Metschnikovi betreffenden Versuchen heben wir noch Nr. 65 und 72 hervor. In diesen Versuchen erwies sich Kaninchenserum und Rattenserum als viel weniger vibrionenfeindlich, wie das Serum der immunisirten Meerschweinchen.

Nicht aufgeführt sind in der Tabelle III die Versuche, welche wir angestellt haben, um zu erfahren, ob das Serum gegen Vibrionensepticämie immunisirter Meerschweinchen auch gegenüber anderen Bacterien, insbesondere Milzbrandbacillen, antiseptische Eigenschaften gewonnen habe. Es ist das nicht der Fall. In den Plattenversuchen wurden die letzteren ebensowenig abgetödtet wie im Serum normaler Meerschweinchen, und im hängenden Tropfen vermehrten sich Bacillen und Sporen zu langem zopfartigen Fadengeflecht und bildeten nach 24 Stunden Sporen.

IV. Schlussergebniss.

Durch unsere im Vorstehenden mitgetheilten Untersuchungen halten wir für erwiesen, dass zwischen der Immunität eines Thieres gegen eine Bacterienkrankheit und zwischen der bacterienfeindlichen Wirkung seines Serums sich gesetzmässige Beziehungen nachweisen lassen. Den Beweis erachten wir insbesondere dadurch erbracht, dass in unseren zahlreichen Versuchen kein einziges Thier, das gegen Milzbrand sehr leicht empfänglich ist, ein Serum lieferte, welches milzbrandvernichtende Wirkung in solchem Grade besässen hätte, wie das von den gegen Milzbrand sehr widerstandsfähigen Ratten. Ferner dadurch, dass wir kein normales Meerschweinchen angetroffen haben, dessen Serum die Kommabacillen der Vibrionensepticämie abzutödten vermochte, während das Serum aller immunisirten dies in vollständigster Weise leistete; endlich dadurch, dass das Serum normaler

Meerschweinchen zwar die Kommabacillen der Cholera, welche im Blut der lebenden Thiere nicht angetroffen werden, abtödtet, aber nicht die Kommabacillen der Vibrionensepticämie.

Wir haben weiter bewiesen, dass ein solcher Causalnexus zwischen Immunität und bacterienvernichtender Fähigkeit des Serums nicht überall besteht, nicht bei allen Thieren und nicht bei allen Infectionskrankheiten. In Bezug auf letztere liefert das Verhalten der A. Fränkel'schen Pneumoniebacterien ein prägnantes Beispiel.

Den grössten Werth legen wir auf dasjenige unserer Versuchsergebnisse, welches den Beweis liefert, dass bei den gegen Vibrionensepticämie immunisirten Meerschweinchen durch den Act der Immunisirung Stoffe in's Blut gelangen bezw. in demselben gebildet werden, welche den Vibrio Metschnikovi abzutödten vermögen, und dass die Wirkung dieser bisher noch unbekannten Stoffe sich auch in dem aus dem Blut gewonnenen Serum nachweisen lässt.

Dass nicht auch bei allen anderen Infectionskrankheiten, bei welchen bisher die Immunisirung ursprünglich empfänglicher Thiere gelungen ist, die Sache sich ebenso verhält, lehren unsere Versuche an milzbrandimmunen Hammeln und an Kaninchen, welche gegen die Fränkel'schen Pneumoniebacterien immun gemacht wurden.

Es ist möglich, dass wir es in diesen Fällen nicht mit chemisch wirksamen, greifbaren Stoffen zu thun haben, die den immunirten Thieren die Widerstandsfähigkeit gegen Milzbrand und Sputumsepticämie verschaffen; es ist auch möglich, dass solche Stoffe zwar mit im Spiele sind, dass sie aber nicht in's Serum übergehen.

Das eine aber ist ganz sicher:

Diejenigen Substanzen, welche den gegen Vibrionensepticämie immunisirten Meerschweinchen Immunität gegen den Vibrio Metschnikovi verschaffen — falls es dieselben sind, deren Wirkung wir im Serum gefunden haben — müssen gänzlich verschieden sein von denjenigen, die im Rattenserum Milzbrandbacillen abtödten, und auf die wir geneigt sind, die natürliche Milzbrandimmunität der Ratten bezw. ihre grosse Widerstandsfähigkeit gegen die Milzbrandinfection zurückzuführen.

Wir haben ja gesehen, dass eben dasselbe Rattenserum, welches Milzbrandbacillen in sehr grosser Menge gänzlich abtödtet, keine solche Fähigkeit gegenüber den Vibrio Metschnikovi besitzt, und andererseits hat das Serum gegen Vibrio Metschnikovi immuner Meerschweinchen nicht die Spur einer abtödtenden Wirkung gegenüber Milzbrand erlangt.

Wir haben endlich noch constatirt, dass es gänzlich verfehlt wäre, bezüglich der bacterienvernichtenden Fähigkeiten, die im Serum verschiedener Thiere gefunden worden sind, sich die Sache etwa so vorzustellen, dass ein Serum, welches gegenüber einer Bacterienart besonders energische abtödtende Wirkung besitzt, auch gegenüber allen anderen Bacterien die gleiche Fähigkeit habe. Man wird sofort eines besseren belehrt, wenn man beispielsweise Rattenserum gegenüber den Pneumoniebacterien untersucht.

Man sieht, in welche Fallstricke derjenige fallen muss, der auf diesem jüngsten Forschungsgebiet der Bacteriologie voreilig an sich sehr interessante und wichtige Thatsachen verallgemeinern wollte.

Indem wir unsere gemeinschaftlichen orientirenden Versuche über die Bedingungen, unter welchen die bacterientödtende Fähigkeit des Blutserums in Erscheinung tritt, der Oeffentlichkeit übergeben, glauben wir bezüglich der weiteren experimentellen Arbeiten auf diesem Gebiet zu folgender Behauptung ein Recht zu haben.

„Es darf mit einiger Aussicht auf Erfolg an die Untersuchung der Frage herangegangen werden, welches die Ursache dafür ist, dass das Serum von gegen Vibrio Metschnikovi immunen Meerschweinchen diesen Vibrio abtödtet, oder warum das Rattenserum Milzbrandbacillen abtödtet; aber eine Untersuchung über „**die bacterientödtende Kraft des Blutserums**" in dem Sinne, wie sie H. Buchner unternommen hat, gleich als ob nämlich jedes Serum mehr oder weniger einer qualitativ gleichen antiseptisch wirksamen Substanz enthielte — eine solche Untersuchung müssen wir für verfehlt halten. Wir haben mindestens drei verschiedene Agentien in verschiedenen Blutserumarten — trotz der geringen Zahl von Bacterien, die wir untersuchten — als Ursache der Bacterienabtödtung gefunden.

Berlin, den 1. März 1890.

Litteratur-Verzeichniss.

1. Fodor, Die Fähigkeit des Blutes Bacterien zu vernichten. *Deutsche medicinische Wochenschrift.* 1887. Nr. 34.

2. Wyssokowitsch, Ueber das Schicksal der in's Blut injicirten Mikroorganismen. *Diese Zeitschrift.* Bd. I.

3. Nutall, Experimente über die bacterienfeindlichen Einflüsse des thierischen Körpers. *Ebenda.* Bd. IV.

4. Nissen, Zur Kenntniss der bacterienfeindlichen Eigenschaft des Blutes. *Ebenda.* Bd. VI.

5a. Behring, Ueber die Ursache der Immunität von Ratten gegen Milzbrand. *Centralblatt für klinische Medicin.* 1888. Nr. 38.

5b. *Diese Zeitschrift.* 1889. Bd. VI. S. 121 ff.

6. Buchner, Ueber die bacterientödtende Wirkung des zellenfreien Blutserums. *Centralblatt für Bacteriologie.* 1889. Nr. 25 u. 26.

7. Pfeiffer, Ueber den Vibrio Metschnikoff und sein Verhältniss zur Cholera asiatica. *Diese Zeitschrift.* Bd. VII.

8a. Buchner, Ueber die nähere Natur der bacterientödtenden Substanz im Blutserum. *Centralblatt für Bacteriologie.* 1889. Nr. 21.

8b. *Archiv für Hygiene.* 1890. Hft. 1 u. 2.

[Aus dem hygienischen Institut zu Berlin.]

Bacteriologische Untersuchungen über die Aetiologie der menschlichen Diphtherie.

Von

Dr. **Max Beck,**
zweitem Prosector an der Anatomie zu Tübingen.

Der „Diphtheriebacillus" von F. Löffler hat in der Bacteriologie sich eine solch' geachtete Stellung erworben, dass es an mancher Stelle überflüssig, ja sogar als vermessen erscheinen könnte, ihn nochmals in den Kreis unserer näheren Betrachtung zu ziehen. Und dennoch, wenn wir die ganze Arbeit Löffler's uns vorhalten,[1] so ergiebt sich, wie Löffler selbst am Schlusse seiner Arbeit unumwunden zugesteht, dass es sich bezüglich der Ergebnisse nur um grössere oder geringere Wahrscheinlichkeiten handelt, nicht aber um unanfechtbare Schlusssätze. Gerade in diesem ehrlichen Zugeständniss finden wir bei der hohen Wichtigkeit der Diphtherie mit ihrer grossen Morbidität und immer noch grauenhaften Mortalität die dringende Aufforderung, dieses wichtige Thema in Angriff zu nehmen.

Angeregt von diesen Gedanken, machte ich mich unter Leitung meines hochverehrten Lehrers Herrn Geh. Rath Prof. Dr. Koch an die Bearbeitung dieser Frage und brachte sie vor $1^1/_2$ Jahren zu dem vorliegenden Abschluss. Durch weitere Untersuchungen hoffte ich, nachher noch meine Arbeit vervollständigen zu können, doch fehlte es mir leider inzwischen an Zeit und Gelegenheit, dieselben weiter auszuführen, besonders auch nach der Richtung hin, wie sie von Pallauf, Kalisko

---

[1] *Mittheilungen aus dem Kaiserl. Gesundheitsamt.* 1884. Bd. II. S. 421 ff.

[2] Zum Wesen des Croup und der Diphtherie. *Wiener klinische Wochenschrift.* 1889. II. 8.

und Roux und Yersin[1] uns vorgezeichnet wurde. Doch glaube ich die Resultate meiner Untersuchungen, wenn auch vielleicht in etwas veralteter Form, als einen immerhin werthvollen Beitrag zur Diphtheriefrage der Veröffentlichung übergeben zu dürfen.

Zunächst stellte ich mir zur Aufgabe, eine möglichst grosse Anzahl von Diphtheriefällen auf die in den Membranen und in den inneren Organen befindlichen Bacterien zu untersuchen; dabei fragte ich mich, welche Bacterien kommen überhaupt in Betracht, und welche kommen regelmässig vor, wie verhalten sich diese einmal zu dem umgebenden Gewebe des Krankheitsherdes und dann zu entfernteren Gegenden und den inneren Organen, ist ihre Wirkung nur eine locale oder eine allgemeine?

Hauptsächlich war es mir auch darum zu thun, die einzelnen Krankheitsfälle so frisch wie möglich zur Untersuchung zu bekommen. Denn es ist leicht zu begreifen, dass durch die verschiedenen Arten der Therapie, sei sie nun eine medicamentöse oder chirurgische, die in den Membranen befindlichen Mikroorganismen einen für die bacteriologische Untersuchung wesentlich störenden Einfluss erleiden. Andererseits mussten aber auch die tödtlich verlaufenden Fälle möglichst früh secirt werden, um Fäulnissbacterien keine Gelegenheit zur Ansiedlung zu lassen.

Jeder Fall wurde in der Weise untersucht, dass beim Lebenden mit einer gut sterilisirten Pincette ein Stückchen Membran aus dem Rachen leicht abgehoben wurde, oder aber die gleich nach der Tracheotomie durch die Tracheotomiewunde ausgestossene Membran zur Untersuchung kam. Von diesen Membranen wurde nun ein kleines Stückchen sofort auf dem Deckgläschen ausgestrichen und nach der bekannten Methode behandelt, dann mit alkalischer Methylenblaulösung gefärbt und hierauf mit homogener Immersion untersucht. In gleicher Weise wurden auch bei den zur Section gelangten Fällen die der Trachea, Kehlkopf u. s. w. aufliegenden Membranen untersucht; in ähnlicher Weise geschah auch zunächst die Untersuchung der inneren Organe im Ausstrichpräparat, nachdem sie vorher durch ca. 10 Minuten langes Liegenlassen in $1^0/_{00}$iger Sublimatlösung und darauffolgendes tüchtiges Abreiben in dieser Flüssigkeit von äusserlich anhaftenden Keimen befreit und dann mit einem sterilisirten Messer durchschnitten worden waren.

---

[1] Contribution à l'étude de la diphtherie. *Annal. de l'institut Pasteur.* t. II. Nr. 12. p. 629.

Nach diesen Untersuchungen wurden Stückchen der Membranen. bezw. inneren Organe zum Zweck der Gewinnung von isolirten Bacterienkeimen in 1·0 bis 1·5 procent. Fleischwasserpepton-Agar-Agar ausgesät und in 2 oder 3 Verdünnungen in Petri'sche Schalen ausgegossen.

Die einzelnen Organe Kehlkopf, Trachea, Tonsillen, Lunge, Milz etc. wurden dann auch in Alkohol gehärtet und später in Schnittpräparaten untersucht. Die Färbung der Schnitte war die von Löffler angegebene; sie wurden zunächst ca. 2 Minuten in alkalische Methylenblaulösung gelegt, in 0·5 procent. Essigsäure entfärbt, Alkohol, Cedernöl, Canadabalsam. Eine intensive Färbung der Bacterien in den Schnitten erreichte ich auch, wenn ich letztere ca. 3 bis 5 Minuten in eine Methylenblaulösung legte, der Carbolsäure zugefügt war[1] (100 ccm Aq. dest., 5 ccm Acid. carbol. liquefact, 10 ccm Alc. absol. werden gut mit 2 grm Methylenblau gemischt und filtrirt). Die Schnittpräparate wurden dann in absolutem Alkohol ausgewaschen, der dem Gewebe den Farbstoff rasch entzieht, während die einzelnen Bacterien intensiv gefärbt bleiben. Speciell die Löffler'schen Stäbchen zeigten auf diese Weise eine deutliche und schöne Färbung. Die Schnitte wurden dann in Cedernöl aufgehellt und in Canadabalsam eingeschlossen.

Der Gram'schen und Weigert'schen Methode der Bacterienfärbung in Schnittpräparaten zeigten sich die Löffler'schen Bacillen niemals zugänglich.

Nachdem ich so in Kürze die Methoden meiner Untersuchung angegeben, möge es mir gestattet sein, eine kurze Uebersicht der in sämmtlichen untersuchten Fällen nahezu übereinstimmenden Resultate zu geben.

In Ausstrichpräparaten von Membranen fanden sich neben langen Ketten von Streptokokken vereinzelt und häufchenförmig angeordnete andere Mikrokokken, ferner Stäbchen von schlanker Gestalt und verschiedener Länge, keulen- oder hantelförmig, zum Theil vereinzelt, zum Theil in grösseren Gruppen zusammenliegend.

In Ausstrichpräparaten innerer Organe sind diese Bacillen nirgends nachzuweisen, dagegen finden sich Mikrokokken in mehreren Fällen in der Lunge und den Nieren.

Schnitte durch die in Alkohol gehärtete Trachealmembran zeigen die Stäbchen regelmässig unter und in der nekrotisirten Schleimhaut, in keilförmigen Zügen dringen sie auch in einigen Fällen noch tiefer in das darunter gelegene Gewebe ein. Die Mikrokokken liegen grössten Theils in Ketten angeordnet mehr der Oberfläche des nekrotisirten Gewebes auf, in schweren Fällen ziehen sie auch in langen Strängen in die Tiefe.

---

[1] Modificirte Methode nach H. Kühne.

In Schnitten durch die Lunge liegen die Bacillen je nach der Stärke der Ausbreitung der Membran auf den Bronchien unter der nekrotisirten, bezw. nekrotisirenden Mucosa. In den feineren Bronchien und den Alveolen sind die Bacillen niemals zu finden. Dagegen sehen wir sehr häufig ketten- und haufenförmig angeordnete Mikrokokken innerhalb bronchopneumonischer Herde.

Schnitte durch die Uvula und die Rachenorgane zeigen absterbendes und zerfallenes Epithel und Scheimhautgewebe. Das Parenchym der Tonsille theilweise in Hyperplasie. Den Bacillen begegnen wir in den tieferen Schichten des nekrotisirten bezw. nekrotisirenden Gewebes. Auffallend sind die zahlreich auftretenden Mastzellen. Die Oberfläche der Organe ist nahezu vollständig eingenommen von Mikrokokken, vorzugsweise kettenbildenden.

Die untersuchte Pleuraflüssigkeit zeigte in keinem Fall Mikroorganismen von Bedeutung.

Am Herzen fand sich in einem Fall fettige Degeneration der Musculatur, aber nirgends Bacterien.

Die Lymphdrüsen sind hyperplastisch geschwellt, häufig finden sich im Innern hämorrhagische Herde. In verschiedenen Fällen begegnen wir Mikrokokken in dem Gewebe.

Die Leber ist meist wenig verändert, in schwereren Fällen sind die Leberzellen fettig degenerirt, Mikroorganismen nirgends zu finden.

Milz bei hochgradiger Sepsis geschwellt, mit Mikrokokken durchsetzt.

Die Nieren finden wir in der Regel geschwellt und hyperämisch. Die Epithelien der Nierencanälchen sind geschwellt, auf der Oberfläche des Parenchyms und in den Malpighi'schen Gefässknäueln sehen wir nicht selten hämorrhagische Herde. In schweren Fällen zeigen sich auch Kokken in den Harncanälchen und den Glomeruli vereinzelt oder in kettenförmiger Anordnung, nur selten in Häufchen.

Oesophagus und Magen zeigen nur in seltenen Fällen Schwellung der Schleimhaut, in vereinzelten Fällen mit leichten Hämorrhagien; keine Mikroorganismen in der Schleimhaut.

Der Darmcanal weist in einigen Fällen Schwellung der Peyer'schen Drüsen auf. Nirgends sind mikroskopisch in der Darmwandung und Schleimhaut Bacterien nachweisbar.

Ein unerlässliches Postulat zur Erkenntniss des specifischen Trägers einer Infectionskrankheit ist es, dass wir denselben von anderen Bacterien isolirt vor uns haben, um mit ihm allein experimentiren zu können. Man darf sich nicht wie die meisten der älteren Forscher damit begnügen,

durch directe Impfung von Membranstückchen auf Thiere zu versuchen, die diphtherischen oder diesen ähnliche Erscheinungen hervorzubringen. Durch den grossen Fortschritt, der durch das Koch'sche Plattenverfahren in die Bacteriologie eingeführt wurde, wurde es möglich, die Pilze zu isoliren und so jeden einzelnen auf seine Wirksamkeit bezw. auf seine Virulenz zu prüfen. Das Isoliren der einzelnen Pilze bei der Untersuchung der diphtherischen Membranen ist allerdings eine nicht gerade so leichte Aufgabe. Beherbergen ja doch gerade die Luft- und ersten Verdauungswege mit ihren vielen Taschen und Nischen eine Unmenge verschiedener Mikroorganismen, die hier auf der durch Catarrhe etc. ihres Epithels so oft entblössten Schleimhaut einen günstigen Boden zur Ansiedlung finden.

Die Untersuchungen Löffler's haben schon gelehrt, dass wir in den diphtherischen Membranen Krankheitserreger besitzen, die nur bei einer höheren Temperatur als der unserer gewöhnlichen Zimmerwärme entsprechenden wachsen. Man ist also von vornherein genöthigt, Impfungen auf Nährböden zu machen, welche sich bei Brüttemperatur (im allgemeinen 38° C.) nicht verflüssigen. Zu diesem Zweck benutzte ich sterilisirtes schräg erstarrtes Rinder- bezw. Hammelblutserum und 1·0 bis 1·5 Procent Agar-Agarpepton-Fleischinfus.

Die Aussaat von Membrantheilchen oder Organstückchen auf dieses letztere Nährsubstrat geschah in der gewöhnlichen Weise in 2 oder 3 Verdünnungen, welche dann in Petri'sche Schälchen ausgegossen und in den Brütschrank gestellt wurden. Diese Platten dienten im grossen Ganzen mehr als Controle für die Isolirung auf Blutserum, da auf letzterem die einzelnen Colonieen schon bedeutend früher und deutlicher hervortraten; auf beiden Nährmedien fanden sich aber regelmässig die gleichen Bacterien-Colonieen vor.

Die Isolirung auf schräg erstarrtem Blutserum geschah so, dass zuerst ein kleines Stückchen Membran u. dergl. in ca. 5 ccm sterilisirtem Wasser gut vertheilt wurde und dann mit einer vorher ausgeglühten Platinöse von dieser trüben Flüssigkeit ein Tropfen auf 2 bis 3 Röhrchen mit Blutserum zertheilt wurde. Um eine möglichst grosse Impffläche zu erhalten, benutzte ich Röhrchen von einer Weite von 22 und einer Länge von 150 mm.

Nach 24 Stunden war schon auf dem Blutserum ein üppiges Wachsthum weisslicher, glänzendfeuchter Colonieen aus Bacillen bestehend zu constatiren, daneben fanden sich vereinzelte hellere, durchscheinende Colonieen, die aus Streptokokken bestanden. Ausserdem noch sehr häufig hellgraue Colonieen von Staphylokokken, kleinere Colonieen von Hefepilzen u. s. w.

Auf den Agar-Agarplatten zeigten sich nach 24 Stunden vorwiegend Streptokokken- und Staphylokokken-Colonieen; die Colonieen der Löffler'schen Bacillen kamen hier erst nach ca. 48 Stunden an die Oberfläche.

Unsere Untersuchungen erstreckten sich auf:

1. die Löffler'schen Bacillen,

2. die Streptokokken,

daneben fand sich häufig:

3. ein dem Löffler'schen ähnlicher, aber nicht pathogener Bacillus, den ich kurz erwähnen möchte, da er zu verschiedenen Irrthümern Veranlassung gab und noch weiter geben könnte.

Von den übrigen im Laufe meiner Untersuchungen gefundenen Mikrokokken und Bacillen glaube ich füglich absehen zu dürfen, als nicht in den Rayon unserer Arbeit gehörig, da sie nur in vereinzelten Fällen gefunden wurden und auch keinen entschiedenen pathogenen Charakter zeigten, der mit der Diphtherie Aehnlichkeit hätte. Der Staphylococcus, der in einer ziemlichen Anzahl von Fällen sich in den Membranen vorfand, zeigte sich identisch mit dem Staphylococcus pyogenes albus und aureus.

Die Bacillen, die ich constant in Fällen von menschlicher Diphtherie gefunden und rein gezüchtet habe, zeigten sich morphologisch und biologisch identisch mit dem Löffler'schen Bacillus.

Die Bacillen sind unbeweglich, sie färben sich intensiv mit Löffler'schem Methylenblau, wenig oder gar nicht dagegen mit den anderen gebräuchlichen Anilinfarben. In ihrer Länge variiren sie sehr beträchtlich, von der Länge der Tuberkelbacillen bis zu der der Bacillen der Mäusesepticämie, einzelne sind sogar noch kürzer. In der Breite sind sie doppelt bis dreimal so stark wie die Tuberkelbacillen. Zwischen 55° und 60° Wärme gehen sie zu Grunde und werden schon bei Temperaturen von über 41° in ihrem Wachsthum sehr beeinträchtigt. Auf Kartoffeln wachsen sie überhaupt nicht. An den beiden Polen der mit Methylenblau gefärbten Bacillen konnte man häufig Anschwellungen finden, die bei verschiedener Beleuchtung eine dunkelblaue bis dunkelviolette Färbung zeigten. Dass diese dunkleren Punkte, wie Klebs[1] und Babes[2] meinen, Sporen sind, damit kann ich nach meinen Untersuchungen nicht übereinstimmen. Unsere gebräuchliche Sporenfärbung nach Ziehl lässt einmal vollständig im Stich und dann konnte ich, wenn ich nach Art der Milzbrandfäden ein Gemisch dieser Bacillen mit sterilisirtem Wasser auf sterilisirte

[1] *Verhandlungen des Congresses für innere Medicin.* II. Abth. Wiesbaden 1883.

[2] V. Babes, Ueber die isolirt färbbaren Antheile der Bacterien. *Diese Zeitschrift.* Bd. V. Hft. 1.

Seidenfäden brachte, die Bacillen an diese antrocknen liess und einzeln die auf diese Weise armirten Seidenfäden nach 2 bis 28 Tagen verschiedenen Thieren unter die Haut brachte, in keinem Falle die den Bacillen sonst zukommenden charakteristischen Eigenschaften wieder finden. Sie erwiesen sich also gegen Eintrocknen sehr wenig widerstandsfähig. Auch gingen die mit solchen Punkten versehenen Bacillen bei 60° zu Grunde. Jedenfalls scheint ihnen die den Sporen eigenthümliche Resistenzfähigkeit abzugehen. Viel wahrscheinlicher haben wir es hier mit Wachsthumshemmung der Bacillen auf dem betreffenden Nährboden zu thun; das scheint mir jedenfalls nicht erwiesen, dass wir diese Anschwellungen als Sporen anzusehen haben.

Die Färbung der Punkte, die auch innerhalb der Bacillen und nicht bloss an beiden Polen sich finden, kann deutlich hervorgehoben werden durch folgende Methode: Nachdem die Bacillen auf dem Deckgläschen angetrocknet und letzteres dreimal durch die Flamme gezogen worden ist, wird auf das Präparat Ziehl'sche Lösung gebracht. Diese lässt man über der Flamme leicht aufdampfen; hierauf wird das Präparat durch verdünnte Jodlösung (zweimaliges Durchziehen durch die Lösung genügt) entfärbt, und kurze Zeit in Bismarckbraun gelegt. Es zeigen sich dann diese Pünktchen in den Bacillen dunkelroth gefärbt, während die übrige Substanz der Bacillen Braunfärbung angenommen hat. Ohne weitere Modification, mit gewöhnlicher Färbung durch alkalisches Methylenblau lassen sich diese Pünktchen nachweisen, wenn eine Cultur untersucht wird, die an Stelle eines vorher abgekrazten Pilzrasens nach 24 Stunden im Brütschrank gewachsen ist.

Auf Gelatine zeigen die Bacillen bei gewöhnlicher Zimmertemperatur nur sehr langsames Wachsthum; die mikroskopische Untersuchung lässt hier ganz verschiedene Formen erkennen, zum Theil hantelartig, zum Theil sind die Bacillen grossen Mikrokokken nicht unähnlich. Auch hier handelt es sich offenbar um Involutionsformen. Die Gelatine wird nicht verflüssigt, in der Gelatine-Stichcultur sehen wir eine kugelförmige, gleichmässige Anhäufung den ganzen Impfstrich entlang.

Auf 1 Proc. bezw. $1^1/_2$ Proc. Agar-Agarpepton-Fleischinfus und 1 Proc. Agar-Agar, dem 7 Proc. Glycerin zugefügt wurde, war das Wachsthum im Brütschrank ein ziemlich gleich üppiges. Nach 24 bis 36 Stunden im Brütschrank bei 38° zeigte sich auf der Strichcultur zunächst ein grauer, leicht durchsichtiger Rasen, der nach 3 bis 4 Tagen eine mehr weissliche Farbe annahm. Die Bacillen zeigten auch hier verschiedenartige, doch mehr gleichmässige Formen. Auf Agar-Agarplatten sind bei schwacher Vergrösserung die einzelnen Colonieen am Rande leicht gezähnt, von bräunlicher Farbe und wie aus einem Haufen von Schollen bestehend.

Dagegen waren auf erstarrtem Blutserum und besonders auf Traubenzucker-Blutserum die Bacillen gleichmässiger geformt und zeigten nur wenig diese Anschwellung der Enden. Ich versuchte auch eine Zusammenstellung von Blutserum mit Dextrinbouillon; 2 ^{grm} Dextrin wurden mit 100 ^{ccm} Peptonbouillon zusammengebracht und von dieser Lösung liess ich $^2/_5$ mit $^3/_5$ Blutserum schräg erstarren. Es bildet sich ein elastischer derber Nährboden. Auf diesem Blutserum bildete sich nach 24 Stunden ein sehr starker weisslicher, mattglänzender Rasen, der aus ganz gleichmässigen Bacillen von schlanker Gestalt bestand. Anschwellungen an den Polen konnte ich bei diesen Bacillen niemals nachweisen.

Während auf Agar-Agar die Bacillen schon nach 1 bis $1^1/_2$ Monaten ihre Virulenz verloren hatten, konnte auf Traubenzucker- und Dextrinblutserum noch nach 3 Monaten eine nahezu ebenso starke Virulenz wie in den ersten Tagen constatirt werden.

Auf Hydroceleflüssigkeit, welche nach der fractionirten Methode von Tyndall sterilisirt und dann in schräger Lage zum Erstarren gebracht wurde, wuchsen auf der so entstandenen klaren, durchsichtigen Masse die Bacillen ziemlich üppig, mit einem hellgrauen Pilzrasen und behielten auch hier noch ihre Virulenz nach 2 Monaten. Aehnliches Verhalten der Bacillen constatirte ich auch auf Pleuraflüssigkeit, die ich auf die gleiche Weise vorbereitete. Mischungen beider Flüssigkeiten mit Traubenzucker, Glycerin u. s. w. brachten keinen wesentlichen Unterschied in ihrem Verhalten den Bacillen gegenüber zu Stande.

Impfungen mit diesen Bacillen wurden zunächst angestellt an Meerschweinchen: dieselben haben, wie Löffler gezeigt hat, eine ganz bedeutende Empfänglichkeit für die Diphtheriebacillen. Jüngere Thiere scheinen früher dem Virus zu erliegen als ältere. Zu den Impfungen nahm ich meist frische, theilweise aber auch schon ältere Blutserum- und Agarculturen. Selbstverständlich wurde bei jedem frisch zur Untersuchung gelangten Fall, sobald davon eine Reincultur der Stäbchen vorhanden war, deren pathogenes Verhalten beim Meerschweinchen untersucht.

Diejenigen Meerschweinchen, welche subcutan geimpft wurden, gingen in der Regel nach 2 bis 3 Tagen zu Grunde. Sie waren schon nach 12 Stunden krank, krochen in eine Ecke des Stalles, sträubten die Haare, frassen nicht mehr. Nach 24 Stunden zeigte sich schon an der Impfstelle ein sehr stark ausgebreitetes Oedem. Die Temperaturerhöhung ist im Allgemeinen nicht bedeutend.

Die Section ergab Nekrose der Haut an der Impfstelle, von der aus ein starkes Oedem sich über die ganzen Bauchdecken bis in die Schenkelbeuge erstreckt (die Impfung wurde in der Regel unter die Bauchhaut etwa in der Höhe des Nabels gemacht) und nach oben zu bis an den

Kieferwinkel. An der Impfstelle selbst sind in mehreren Fällen die Bacillen in grossen Haufen nachweisbar und können rein gezüchtet werden.

Bei Eröffnung der Bauchhöhle fällt zunächst die starke Hyperämie des Bauchfells auf. Besonders stark mit Blut gefüllt sind die die Nerven begleitenden Gefässe. In vielen Fällen finden wir gelblich-seröse Flüssigkeit in der Bauchhöhle. Auch die Darmschleimhaut zeigt eine starke Hyperämie. Die Brusthöhle ist in der Mehrzahl der Fälle, sehr häufig auch das Pericard mit Flüssigkeit gefüllt. Dieser Erguss in der Pleurahöhle konnte auch constatirt werden, wenn das betreffende Thier an ganz entfernten Körperstellen, z. B. Haut des Oberschenkels, Rücken u. s. w. geimpft wurde.

Die Lungen zeigen meist keine Veränderungen, in einigen Fällen fand sich Atelektase einzelner Lappen. Auch das Herz zeigt keine pathologischen Veränderungen. Leber und Milz sind geschwollen, ebenso Nieren, letztere auch meist stark hyperämisch. Die Trachea zeigt keine Veränderungen, das Gehirn venöse Hyperämie, und in einigen Fällen Entzündung der Dura mater.

In den untersuchten inneren Organen können mikroskopisch weder wesentlich pathologische Veränderungen noch Bacillen nachgewiesen werden. Auch die serösen Ergüsse in die Körperhöhlen sind frei von Bacillen. Wurden Meerschweinchen mit dieser Flüssigkeit oder mit Organstücken eines gestorbenen Thieres wieder geimpft, so blieben sie vollständig gesund. Impfungen dagegen mit Theilen der an der Impfstelle nekrotisirten oder der ödematös durchtränkten Haut aus nächster Nähe der Impfstelle brachten in wenigen Tagen wieder die gleichen Erscheinungen hervor wie frische directe Impfung von Reinculturen; das Meerschweinchen starb in der Regel am dritten Tage und zeigte die beschriebenen pathologischen Veränderungen. Wurde aber ödematös durchtränktes Gewebe weiter von der Impfstelle entfernt einem verstorbenen Thiere entnommen und einem zweiten Meerschweinchen subcutan eingeimpft, zeigte sich nur eine leichte Schwellung an der Stelle der Einimpfung, welche nach 4 bis 5 Tagen vollständig wieder verschwunden war. Wurden die letzteren Thiere einen oder zwei Tage nach der Impfung getödtet, so konnten wichtige pathologische Veränderungen gar nirgends wahrgenommen werden, auch konnte man nirgends Bacillen auffinden. Haufen Bacillen fanden sich dagegen an der Impfstelle bei den Thieren, welche zu Grunde gegangen waren nach Ueberimpfung eines Stückes von der Einimpfungsstelle des verstorbenen Thieres.

Auf diese Weise nun, durch Uebertragung von Impfstelle zu Impfstelle, impfte ich eine ganze Serie von Meerschweinchen und fand bis in die siebente Generation stets die gleichen Erscheinungen. Allerdings

gingen schon von der dritten Generation abwärts die Thiere erst nach 8 Tagen bis 3 Wochen zu Grunde. Die Krankheitserscheinungen waren keine so ausgesprochenen, an den inneren Organen war der pathologische Befund ein negativer. An der Impfstelle selbst konnten stets noch Bacillen nachgewiesen werden, allerdings vermischt mit anderen Mikroorganismen, namentlich Staphylo- und Streptokokken.

In einem Falle fand ich bei einem älteren Meerschweinchen, welches vor 14 Tagen mit einer nicht mehr frischen, aber ganz reinen Cultur von Diphtheriebacillen geimpft wurde und noch nicht zu Grunde gegangen war (es hatte sich nur ein grosses nekrotisches Hautstück an der Impfstelle abgestossen), Lähmung beider hinteren Extremitäten. Das Thier schleppte die Hinterfüsse nach und konnte sie activ nicht an den Körper heranziehen. Es ging wenige Tage darauf von selbst ein. Die Section ergab ein negatives Resultat; die Rückenmarkshäute waren leicht hyperämisch, das Rückenmark selbst zeigte, wie auch die sonstigen Organe, keine wesentlichen pathologischen Veränderungen. Auch mikroskopisch untersucht fand ich das Rückenmark ganz normal, ebenso die übrigen Organe; nur an der Impfstelle vereinzelte Bacillen.

Impfungen an der Maulschleimhaut des Meerschweinchens waren von 7 Thieren nur bei 3 von Erfolg begleitet. Die hintere Rachenwand wurde scarificirt und darauf Reinculturen der Bacillen eingerieben. Die Blutung war eine ganz unbedeutende. Bei 2 Thieren zeigte sich starke Röthung mit Schwellung, die aber schon wenige Tage darauf verschwunden war. Nur bei einem Thiere kam es zu einer Nekrose der Schleimhaut und Abstossung eines grösseren nekrotischen Stückes. 8 Tage später war der ganze Process schon wieder vernarbt.

Bei Impfungen auf die Schleimhaut der Vulva konnte man schon nach zwei Tagen eine Schwellung und ödematöse Durchtränkung des hinteren Theiles der Vaginalschleimhaut, da wo die Impfung auf die aufgeklappte Vulva stattfand, bemerken. Diese Schwellung verbreitete sich weiter nach hinten und vorn. Das Schleimhautepithel ging verloren, es bildete sich ein gelblicher Belag, unter dem die stark blutende Schleimhaut zum Vorschein kam. Unter 11 auf diese Weise geimpften Thieren gingen 6, meist junge Thiere, zu Grunde. Die Section ergab theilweise Nekrose der Schleimhaut der Vulva, Inguinaldrüsen geschwollen, Uterus leicht ödematös geschwellt. In 2 Fällen seröser Erguss in die Peritonealhöhle. Erweiterung der venösen Gefässe im ganzen Körper.

Mikroskopisch fanden sich in den nekrotischen Theilen zahlreiche Haufen von Diphtheriebacillen, theilweise oberflächlich dem nekrotischen Gewebe aufliegend, theilweise in die Tiefe dringend. Austritt zahlreicher Leukocyten, die Gefässe zum Theil verstopft und von zahlreichen Rund-

zellen umgeben. Aus den nekrotischen Membranen konnten die Bacillen isolirt werden und zeigten die gleiche Virulenz wie ehedem.

In den geschwollenen Lymphdrüsen konnten keine Bacillen, auch keine anderen Bacterien nachgewiesen werden.

Bei den Thieren, welche nicht eingingen, bildete sich nach wenigen Tagen ein dicker Schorf, unter dem die Schwellung zurückging, während er selbst später abgestossen wurde.

Auf die Conjunctiva geimpft brachte der Bacillus beim Meerschweinchen keine weiteren Erscheinungen hervor.

Auf der Cornea entstand eine Trübung, die mit leichter Fibrinbildung einherging, aber nach einigen Tagen wieder verschwand.

Impfungen in die Trachea nach vorausgegangener Tracheotomie hatte nur bei 4 unter 9 Meerschweinchen ein positives Resultat. Ein Thier bekam neben ausgesprochener Membranbildung in der Trachea eine diphtherische Entzündung der Operationswunde und ging unter denselben Erscheinungen wie ein subcutan geimpftes Thier zu Grunde. Es musste daher vor Allem natürlich darauf gesehen werden, dass die Tracheotomiewunde selbst nicht mit den Bacillen in Berührung kam. Bei den übrigen 3 Fällen kleidete die Membran einen grossen Theil der hinteren Trachealwand aus, von der Bifurcationsstelle bis zum Kehlkopf. Die Thiere gingen in einem Zeitraum von 5 bis 11 Tagen ein. Bei der Section fand sich die Lunge sehr hyperämisch, einmal fand sich auch ein geringer Erguss in die Pleurahöhle. Milz, Leber und Nieren waren ebenfalls etwas hyperämisch. Mikroskopisch zeigten sich die Bacillen auf der entzündeten Schleimhaut aufliegend; die übrigen Organe gaben mikroskopisch keinen abnormen Befund.

Um zu sehen, auf welche Weise die Bacillen normaler Weise in den thierischen Organismus einzudringen vermögen, wurde folgender Versuch gemacht: in einen Kasten von ca. 1 m Länge, $^1/_2$ m Höhe und $^1/_2$ m Breite wurden 6 Meerschweinchen gesetzt. Durch einen Handspray wurde nun etwas über $^1/_4$ Liter sterilisirtes Wasser, welches vorher mit Reinculturen von Diphtheriebacillen bis zu starker Trübung versetzt war, in diesem Raum vertheilt. Von diesen Thieren wurden:

a) 2 an der Bauchhaut verletzt,

b) 2 die Rachenschleimhaut scarificirt,

c) 2 blieben unverletzt.

Nachdem die Flüssigkeit durch den Spray aufgebraucht war, wurden die Thiere, denen keine Nahrung mit in den Kasten gegeben wurde, noch ca. 14 Stunden in demselben belassen. Dieser Versuch, welcher dreimal wiederholt wurde, hatte stets das gleiche Resultat. Es zeigten sich nur Veränderungen bei den an der Bauchhaut verletzten Thieren.

Hier befand sich nämlich nach ca. 48 Stunden eine harte Infiltration der verletzten Hautstelle, von der sich in den nächsten Tagen ein leichtes Oedem in die Umgebung ausbreitete; doch ging wenige Tage später das Oedem wieder zurück und es blieb nur noch ein leichter Schorf an der Verletzungsstelle. Ein auf diese Weise erkranktes Thier wurde getödtet; nirgends in den Organen fanden sich pathologische Veränderungen oder Mikroorganismen, dagegen an der Impfstelle selbst eine geringe Anzahl von Diphtheriebacillen, welche sich rein gezüchtet als pathogen erwiesen.

Bacillen in die Blutbahn durch die Vena femoralis injicirt bringen keine Veränderungen hervor. Ebenso bleiben Meerschweinchen und Kaninchen gesund, welchen Bacillen in den Magen gebracht werden, nachdem der Magensaft vorher durch Sodalösung neutralisirt und die Darmperistaltik durch subcutane Injection von Opiumtinctur gehemmt wurde.

Auch zeigten negative Resultate Impfungen direct durch die unverletzte äussere Haut, nach der Art und Weise wie Garrè[1] und Roth[2], Ersterer den Staphylococcus pyogenes aureus, Letzterer den Ribbert'schen und den Milzbrandbacillus, mit Fetten vermischt, sich selbst bezw. den Versuchsthieren einrieben.

Wie aus diesen Versuchen hervorgeht und wie auch schon Löffler gezeigt, scheint das Meerschweinchen diesen Bacillen einen günstigen Nährboden darzubieten; die krankhaften Veränderungen sind im Wesentlichen übereinstimmend, doch ist offenbar die Art und der Ort der Impfung nicht gleichgültig. Am geeignetsten für die Inoculation ist das Unterhautzellgewebe und die Schleimhaut der Vulva. Im ersteren Falle treten stets charakteristische Erscheinungen zu Tage, Hämorrhagien und Exsudate an der Impfstelle, vor Allem Ergüsse in die serösen Körperhöhlen, besonders der Pleurahöhle, wie wir sie nicht so selten auch bei der menschlichen Diphtherie beobachten. Das gleiche Verhalten haben wir auch bei Impfungen von der Vulva aus. Allerdings haben wir auch hier keine ganz intacte Schleimhaut zur Impfung vor uns. Denn es tritt beim Auseinanderziehen der beiden Vulvablätter häufig eine leichte Blutung ein. Doch stände dies keineswegs unserer Anschauung über die Entstehung der Diphtherie im Wege. Müssen wir ja doch auch bei der Entstehung der menschlichen Diphtherie eine, wenn auch geringfügige Verletzung des Schleimhautepithels im Rachen oder Kehlkopf voraussetzen. Dafür sprechen auch die weiteren Thierversuche bei Impfung auf die un-

---

[1] Garrè, Zur Aetiologie acut-eitriger Entzündungen. *Fortschritte der Medicin.* 1885. Bd. III. 6.

[2] Roth, Ueber das Verhalten der Schleimhäute und der äusseren Haut in Bezug auf ihre Durchlässigkeit für Bacterien. *Diese Zeitschrift.* 1888. Bd. IV.

verletzte Schleimhaut, wo das Resultat als negativ sich ergab. Während wir bei Impfversuchen an der Vulva des Meerschweinchens ganz ähnliche pathologische Processe auf der Schleimhaut hervorzubringen im Stande sind, wie wir sie beim Menschen im Pharynx u. s. w. vor sich gehen sehen, zeigen die Erscheinungen, wie wir sie beim Meerschweinchen auf der geimpften aber unverletzten Trachealschleimhaut sehen, einen wesentlich anderen Charakter. Dass die Trachealschleimhaut intact war, konnte ich durch die mikroskopische Untersuchung nachweisen. Hier ist der Krankheitsprocess mit seinen Folgen rein mechanischer Natur, es zeigen sich hier nicht die starken Zerstörungen der Schleimhaut, nur eine mehr oder weniger intensive ödematöse Durchtränkung derselben, die auch auf die Bronchien übergeht, während die nur aus Bacillen bestehende Membran der Schleimhaut locker aufsitzt.

Bei Kaninchen geschah die Impfung in die Cornea und Conjunctiva, die Bauchdecken, Bauchmusculatur, Trachea, Vulva, Maulschleimhaut und Blutbahn.

Impfung auf die Cornea hatte eine leichte pannöse Trübung zur Folge. Auf der Conjunctiva zeigte sich zuerst Röthung und Schwellung, einige Tage darauf eine fibrinöse Masse, die sich leicht abheben lässt. Die Schleimhaut darunter ist leicht blutend. Diese häutige Masse selbst besteht aus abgestossenen Epithelzellen, weissen Blutkörperchen und Diphtheriebacillen.

Impfung unter die Bauchhaut ist ohne Erfolg, dagegen in die Bauchmusculatur erzeugt sie Schwellung, leichtes Oedem der Umgebung, das übrigens nach wenigen Tagen wieder verschwindet.

In die eröffnete Trachea geimpft bildete sich ein sehr schöner Belag den ganzen Impfstrich entlang. Die Tracheotomiewunde wurde stets zugenäht, zunächst die Musculatur und dann die äussere Haut. Am 3. Tage gingen die Thiere meist schon zu Grunde. In den inneren Organen sehen wir eigentlich wenig Veränderungen, die Lungen sind stark hyperämisch, ebenso die Nieren und Leber. Mikroskopisch finden wir auf der zum Theil zerstörten Trachealschleimhaut die Bacillen wieder, der Zerstörungsprocess greift aber nicht in die Tiefe. Die Wandung der Gefässe der Trachealschleimhaut ist geschwellt, die Gefässe selbst sind straff mit Blutkörperchen und Leukocyten gefüllt, letztere auch zahlreich in die Umgebung der Gefässe ausgewandert. Die Organe zeigen mikroskopisch keine wesentlichen pathologischen Veränderungen.

Impfungen auf die Maulschleimhaut und in die Blutbahn von der grossen Ohrvene aus sind ohne Erfolg; ebenso Impfungen auf die Schleimhaut der Scheide.

Mäuse und Ratten zeigen sich für die Impfung mit Diphtheriebacillen vollständig immun, sowohl bei subcutaner, als bei Impfung auf die Schleimhäute.

Dagegen zeigen sich sehr empfänglich für die Diphtheriebacillen Tauben und Hühner, und zwar beide nahezu in gleicher Weise. Besonders geeignet zur Impfung ist die Trachea und Brustmusculatur.

Wurden von obenher durch den Kehlkopf Bacillen in die Trachea gebracht, so blieben die Thiere ausnahmslos vollständig gesund; wurden dagegen in die durch Tracheotomie eröffnete Trachea Reinculturen von auf Blutserum gewachsenen Bacillen gebracht, so entwickelte sich dort schon nächsten Tages eine starke Membran. Am 3. bis 7. Tage gingen die Thiere in der Regel ein. An den inneren Organen fanden sich keine Veränderungen. Die Membran bestand fast ausschliesslich aus pathogenen Diphtheriebacillen.

Wurden die Tauben bezw. Hühner in die Brustmusculatur geimpft, so stellte sich schon am folgenden Tage ein starkes Oedem ein, welches bei den zu Grunde gegangenen Vögeln hämorrhagisch gefärbt war. Nur an der Impfstelle finden sich die Diphtheriebacillen in einem grauweisslichen Belag wieder. Bei nicht gestorbenen Thieren bildete sich ein Schorf, der sich im Verlauf der nächsten 8 bis 14 Tage abstiess. Die inneren Organe zeigten durchgehends keine pathologischen Erscheinungen.

Die Streptokokken, welche fast in sämmtlichen Fällen gefunden wurden, zeigten in vieler Beziehung ganz nahe Verwandtschaft mit dem Fehleisen'schen Erysipelascoccus und sind wohl identisch mit dem Streptococcus pyogenes. Es sind Kokken, welche in Ketten zu 8 und 10, aber selbst bis zu 50 und 100 hinter einander liegen. Sie lassen sich durch sämmtliche Anilinfarben sichtbar darstellen, in Schnitten auch nach der Gram'schen Methode. In der Regel liegen sie den Membranen auf und finden sich in den obersten Schichten, doch ziehen auch lange Stränge in die Tiefe bis in das noch unversehrte Gewebe hinein. In den schweren Fällen von Diphtherie finden sie sich auch in den inneren Organen, besonders Lunge, Lymphdrüsen und Nieren. Das Blut ist frei von ihnen.

In den Lungen liegen sie in den Alveolen und kleineren Bronchien, zwischen und unter den degenerirten Epithelzellen. In den groben Bronchien, wenn die Membranen sich in diese erstrecken, finden wir sie theils in den obersten Schichten der Membranen, theils tiefer in die Schleimhaut eindringend.

In den Lymphdrüsen begegnen wir den Streptokokken in die Follikel eingebettet, ebenso in der Milz.

In den Nieren liegen sie in den Malpighi'schen Glomeruli, daneben aber in und zwischen den degenerirten Epithelzellen der Harncanälchen.

Eine Reincultur dieser Streptokokken, 1 Kaninchen in die grosse Ohrvene injicirt, hatte schon Tags darauf eine starke Röthung des Ohres zur Folge. Nach ca. 8 Tagen verschwand die Röthung unter allmählichem Abblassen; hierauf trat eine starke Abschuppung der Epidermis ein.

Die Impfungen auf Thiere wurden gemacht von Reinculturen auf Agar-Agar und Blutserum aus.

Kaninchen, welche subcutan geimpft wurden, bekamen sämmtlich ein Oedem an der Impfstelle, das nach einigen Tagen aber wieder zurückging. Bei 3 trat wenige Tage nach der Impfung Schwellung theils einzelner, theils mehrerer Gelenke ein. Sämmtliche Versuchsthiere sahen krank aus, frassen nicht und sassen in sich zusammengekauert. Dieser Zustand dauerte 8 bis 10 Tage. 3 andere Thiere ohne Gelenkschwellung erholten sich schon nach ein paar Tagen wieder. Ein Thier wurde getödtet und das Gelenk eröffnet; es fand sich ein serös-eitriger Erguss und in der Flüssigkeit zahlreiche Streptokokken. Ebenso in den Nieren, der Milz und im Blute.

Inhalationsversuche bei Kaninchen waren ohne Erfolg. Auch Impfungen auf die eröffnete Trachea, die Maulschleimhaut, Nasenschleimhaut, Conjunctiva und Vaginalschleimhaut zeigten sich erfolglos. In die vordere Augenkammer gebracht, entstand nach einigen Tagen starke Trübung mit nachfolgender Panophthalmie, das Thier starb 6 Tage nach der Impfung, vordere und hintere Augenkammer war mit Eiter angefüllt; in demselben fanden sich massenhaft die Streptokokken wieder. Hirnhäute entzündet; die übrigen Organe normal, nirgends Streptokokken.

Impfversuche auf Meerschweinchen, Ratten, Mäuse waren vollständig resultatlos, ebenso Impfversuche bei Hühnern und Tauben.

Ob den Streptokokken eine wesentliche Bedeutung bei der Aetiologie der menschlichen Diphtherie beizumessen ist, ist mir zweifelhaft. Offenbar handelt es bei dem Eindringen dieser Mikroorganismen um eine secundär entstandene Allgemeininfection. In einigen der von mir untersuchten Fälle, und zwar in Fällen von ganz frischer Diphtherie, fehlten diese Kokken. Andererseits aber war der ganze Organismus von ihnen durchseucht bei Fällen mit schweren Allgemeinerscheinungen und sie fanden sich hier in ganz entfernten Organen.

In 2 Fällen[1] von ganz frischer Diphtherie konnte ich genau constatiren, dass zunächst der Belag nur aus Diphtheriebacillen bestand, während erst am 3. Tage und den folgenden massenhaft Streptokokken denselben durchsetzten.

---

[1] Fall XVI und XL.

Nach meinem Dafürhalten könnte man wohl annehmen, dass die Stäbchen einen für die Entwickelung der Streptokokken günstigen Nährboden vorbereiten und diesen letzteren dann von der Stelle der ursprünglich localen Affection der Weg in die Blutbahn geöffnet wird. In Folge davon treten dann schwere septische Erscheinungen auf, wie sich ja auch gerade bei diesen schweren Fällen von Diphtherie, wo gewissermassen mehr die Sepsis in den Vordergrund tritt, in den inneren Organen, Milz, Leber, Nieren und Lymphdrüsen, diese Mikroorganismen nachweisen lassen.

Auf die übrigen in den diphtherischen Membranen gefundenen Bacterien will ich nicht weiter eingehen, sie finden sich theils nur in vereinzelten Fällen von Diphtherie und dann lassen sie sich auch von vornherein ausschliessen, da sie entweder gar nicht als pathogen sich erweisen oder bei Thieren ein nicht im entferntesten an Diphtherie erinnerndes Krankheitsbild erzeugen.

Jedoch möchte ich einen Bacillus hervorheben, den ich in einer grossen Anzahl von Diphtheriefällen fand. Allerdings konnte ich ihn auch bei nicht diphtherischen und gesunden Kindern und Erwachsenen finden.

Es ist dies ein Bacillus auf den schon früher Löffler[1] hingewiesen hat, der mit den virulenten Löffler'schen Stäbchen morphologisch auffallende Aehnlichkeit besitzt, ohne jedoch dessen pathogene Eigenschaften für Meerschweinchen und andere Thiere (Kaninchen, Tauben und Hühner) zu haben. Löffler nennt ihn auch deshalb Pseudodiphtheriebacillus. Diese Stäbchen sind etwas dicker als die Löffler'schen Bacillen, aber wie diese von verschiedener Länge. Sie wachsen auf Blutserum mit mehr gelblichem Belag, auf Agar-Agar zeigen sie ein weit rascheres Wachsthum als diese; auf Plattenculturen von Agar-Agar zeigen sie nicht den zackigen, sondern einen mehr gleichmässigen Rand und die einzelne Colonie ist auch von etwas heller Farbe, als die der echten Diphtheriebacillen. Sie färben sich mit sämmtlichen Anilinfarben nahezu gleich gut. Charakteristisch ist für sie neben dieser guten Tingirbarkeit und dem Fehlen der Virulenz besonders das auffallend rasche Wachsthum auf dem gebräuchlichen 1 bis 1·5 Procent Fleischinfuspepton-Agar und 7 procentigem Glycerin-Agar-Agar.

Der Umstand, dass ich diese Stäbchen bei gesunden Kindern mit normaler Mundschleimhaut, ebenso wie bei an Angina erkrankten Kindern in den aus dem Rachen herausgeholten Pfröpfen häufig fand, spricht mir dafür, dass diese Bacillen zu den ganz gewöhnlichen Saprophyten der Mundhöhle zu rechnen sind.

[1] Ergebnisse neuester Untersuchungen über Diphtheriebacillen. *Centralblatt für Parasitenkunde.* I. Jahrg. 2. S. 105.

Bei der bacteriologischen Untersuchung einer Reihe von Diphtheriefällen kam v. Hoffmann-Wellenhof[1] zu einem von Löffler abweichenden Resultat, indem er nur sechsmal unter 8 Fällen einen dem Löffler'schen ähnlichen Bacillus gewann; den er aber auch wieder finden konnte auf diphtherisch nicht erkrankten Schleimhäuten. Für Meerschweinchen waren diese Bacillen nicht pathogen; dagegen fand sich der echte Löffler'sche Bacillus dreimal bei Morbillen, mit starker Larynx- und Pharynxaffection. Unter 19 Fällen von Scharlach mit Pharynxerkrankung war er sechsmal vorhanden, jedoch stets ohne Virulenz; bei 11 Phthisikern wurde er viermal, ebenfalls nicht pathogen gefunden. Offenbar haben wir in diesen Untersuchungen v. Hoffmann diesen Löffler'schen Pseudodiphtheriebacillus vor uns.

Gregarinen, wie sie Peters[2] beschreibt, konnte ich mit der vorgeschriebenen Färbungsmethode in keinem Falle in den menschlichen Diphtheriemembranen nachweisen.

Beschreibung der untersuchten Fälle.

Es war mir bei der Untersuchung der Fälle vor allem darum zu thun, dieselben möglichst frisch zu bekommen, da auf diese Weise sich am wenigsten die secundär eintretenden Veränderungen geltend machen konnten. Hierbei wurde zunächst auf die Fälle besondere Rücksicht genommen, welche die ersten Erscheinungen der Diphtherie darboten. Von besonderer Wichtigkeit war mir der klinische Verlauf des einzelnen Falles. Zuerst wurden beim Lebenden die Membranen, welche sich im Rachen oder in der Trachea befanden und bei der Tracheotomie entweder ausgehustet oder herausgeholt wurden, auf die in derselben befindlichen Mikroorganismen untersucht. Bei den zum Tode führenden Fällen wurden ebenfalls zunächst die Membranen und dann die inneren Organe sowohl auf Mikroorganismen, als auch auf die pathologisch-histologischen Veränderungen untersucht.[3] Die Mehrzahl der untersuchten Fälle stammt aus der chirurgischen Klinik des Hrn. Geheimrath v. Bergmann und bin ich ihm und seinem Assistenzarzt Hrn. Dr. D. Nasse und Dr. de Ruyter zu besonderem Danke verpflichtet. Auch Hrn. Professor Dr. Langenbuch und Hrn. Sanitätsrath Dr. P. Guttmann erlaube ich mir, an dieser Stelle meinen Dank für die freundliche Ueberlassung des Materials auszusprechen.

[1] Untersuchungen über den Klebs-Löffler'schen Bacillus der Diphtherie und seine pathogene Bedeutung. *Wiener med. Wochenschr.* 1888. Bd. XXXVIII Nr. 3 u. 4.

[2] Peters, Nachweis von eingekapselten Gregarinen in den Membranen in mehreren Fällen von Diphtherie der Menschen. *Berliner klinische Wochenschr.* 1888. Bd. XXV. Nr. 21.

[3] *Zusammenhängende Beschreibung des path.-hist. Befundes.* S. o.

Die ersten beiden Fälle verdanke ich der Güte des Herrn Dr. G. Frank, früheren erstem Assistenten am hygienischen Institute. Dieselben konnten, da sie schon längere Zeit in Alkohol aufbewahrt waren, nur in Schnitten untersucht werden. Krankengeschichten stehen mir für diese beiden Fälle leider nicht zur Verfügung.

Fall I und II: Untersucht wurden in Schnitten: Trachea, Kehlkopf, Lunge, Herz, Leber, Milz, Niere.

In der Trachea liegen auf der diphtherischen Membran, in der oberflächlichen Schichte sehr zahlreiche Mikrokokken, die sehr häufig kettenförmige Anordnung zeigen und zungenförmig in die Tiefe sich hineinziehen. Das Schleimhautepithel ist in einen scholligen Detritus umgewandelt; an einzelnen Stellen findet sich noch gesundes Epithel. Die Schleimhaut ist ebenfalls im grossen Ganzen nekrotisirt und man kann hier in der Tiefe derselben schlanke in Haufen zusammenliegende Stäbchen erkennen. Die Gefässe sind erweitert; zahlreiche Mastzellen. In den Schnitten durch die anderen Organe sind Bacillen oder Kokken nirgends nachweisbar. Die Epithelien der Harncanälchen sind geschwellt; sämmtliche Schnitte wurden nach der von Löffler angegebenen Methode gefärbt. In beiden Fällen sind die Verhältnisse nahezu übereinstimmend.

Fall III: W. G. $1^1/_2$ Jahre alt, 5 Tage krank, starke Athemnoth, Belag auf der rechten Tonsille; sofort nach der Aufnahme tracheotomirt; Membran in der Trachea; todt am 4. Tage nach der Aufnahme. Aus einem während der Lebzeit aus dem Rachen geholten Stückchen Membran war es mir nicht möglich, eine Reincultur der Stäbchen herzustellen, da auf 1 procentigen Agar-Agar-Platten die Streptokokken in colossaler Weise dominirten. Die Section ergab fest der Schleimhaut anhaftende Membran im Rachen und Trachea. Dieselbe erstreckt sich bis tief in die gröberen Bronchien hinein; Bronchopneumonie. Niere feucht, hyperämisch. In Schnitten durch die Trachea konnten mit der Löffler'schen Methode in der Tiefe der Membran die Löffler'schen Stäbchen deutlich dargestellt werden. Die Oberfläche der Membran war von zahlreichen Kokken besetzt. In den Glomerulis und den Harncanälchen der Nieren sieht man sehr zahlreich kettenförmig angeordnete Mikrokokken. Ebenso sieht man dieselben in Schnitten durch die Lungen in den bronchopneumonischen Herden.

Fall IV: L. K. Aufgenommen 17./IV. 87; 9 Tage krank; starke Dyspnoë; Belag auf beiden Tonsillen; sofort tracheotomirt; keine Membran in der Trachea; Eiweis im Urin; 16./V. geheilt entlassen.

In diesem Falle gelang es mir, durch Impfung eines Stückes der den Mandeln aufliegenden Membran auf Agarplatten Colonieen der Löffler'schen Bacillen zu gewinnen und mit Reinculturen davon Impfversuche anzustellen. Sonst waren auf den Platten nach 3 bis 4 Tagen vorwiegend Streptokokken zur Entwickelung gelangt.

Meerschweinchen mit einer Reincultur der Stäbchen geimpft starben nach 2 Tagen und die Section ergab die charakteristischen Erscheinungen.

Fall V: E. R. $1^1/_2$ Jahre alt; aufgenommen 13./V. 87; 4 Tage krank; Athemnoth, Belag auf der linken Tonsille bis hinab in den Kehlkopf; so-

fort tracheotomirt; gestorben 19./V.; Bronchopneumonie; seröser Erguss in die linke Pleurahöhle; in der Trachea wenig Membran; Stückchen dieser Membran auf Agarplatten ausgegossen ergaben nach 3 Tagen Colonieen der Löffler'schen Stäbchen; Streptokokkencolonieen waren weniger zahlreich vorhanden. Daneben zahlreich Staphylokokken und plumpe Bacillen. Auch auf Blutserum, auf das eine Platinöse voll destillirten Wassers, in dem vorher Membrantheilchen fein vertheilt waren, ausgestrichen war, zeigten sich nach 24 Stunden bei 38° vorwiegend die Löffler'schen Stäbchen. Reinculturen davon, auf Blutserum angelegt, hatten für Meerschweinchen pathogene Eigenschaften. Auch in Schnitten durch die Trachea konnten diese Stäbchen in der Tiefe der nekrotisirten Schleimhautmassen nachgewiesen werden. Im übrigen finden sich in den bronchopneumonischen Herden der Lunge zahlreiche Haufen von kettenbildenden Mikrokokken. Die sonstigen Organe ergaben keinen wesentlich pathologischen Befund.

Fall VI: G. K. 4 Jahre alt; aufgenommen 8./VII.; 2 Tage krank; untersucht am 9.; starker Belag auf beiden Tonsillen und dem Arcus palatoglossus. Es wurde ein Stückchen Membran mit der Pincette hervorgeholt; darunter stark blutende Schleimhaut. Mit Löffler'scher Lösung wurden Ausstrichpräparate dieser Membran untersucht; man sah zahlreiche Staphylo- und Streptokokken und daneben verschiedene Arten von Bacillen. Auf Agarplatten bei Brüttemperatur fanden sich nach 3 bis 4 Tagen vereinzelte Colonieen von Streptokokken und Diphtheriebacillen, ebenso bei Verdünnungen von der Membran auf schräg erstarrtem Blutserum. Die Bacillen hatten die bekannten pathogenen Eigenschaften für Meerschweinchen: jedoch fanden sich auch denselben morphologisch ganz ähnliche Bacillen, die auch für Meerschweinchen als nicht pathogen sich erwiesen.

Fall VII und VIII: Hier standen mir nur die sofort nach der Tracheotomie ausgestossenen Membranen zur Verfügung. Im Ausstrichpräparat waren die Stäbchen in beiden Fällen nahezu in Reinculturen vorhanden. Impfung auf Agarplatten und Blutserum in den gewöhnlichen Verdünnungen hatten bei Brüttemperatur nach 3 Tagen bezw. nach 24 Stunden Entwickelungen von Stäbchencolonieen zur Folge. Dieselben waren für Meerschweinchen virulent.

Fall IX: F. V. $1^1/_2$ Jahre alt; krank seit 14./VII.; aufgenommen 16. VII.; starke Athemnoth; kein sichtbarer Belag; sofort tracheotomirt; Membran in der Trachea; gestorben 17./VII. Section ergiebt ausgedehnte Membran in der Trachea bis hinein in die Bronchien. Pneumonie. In der sofort untersuchten Membran, Bacillen und Streptokokken; desgleichen in der Membran der gröberen Bronchien. In den feineren Bronchien und Alveolen keine Bacterien nachweisbar. Diese Bacillen werden isolirt und entsprechen den Löffler'schen Diphtheriebacillen und sind für Meerschweinchen pathogen. Daneben finden sich aber auch nicht pathogene, dem Aussehen nach letzteren ganz ähnliche Bacillen. Von ersteren Bacillen wurde auch ein Meerschweinchen an der Vulva geimpft; dieses starb am 3. Tage.

Fall X: B. P. 1 Jahr alt; 4 Tage krank, beiderseitiger Belag; Athemnoth sofort tracheotomirt; Membran ausgestossen durch die Tracheotomiewunde; dieselbe enthält Löffler'sche Diphtheriebacillen und Streptokokken; Gaumen-

lähmung; gestorben am 6. Tage der Krankheit; die Section ergab starken Belag an der hinteren Rachenwandung, auf beiden Tonsillen, Kehlkopf, Trachea; Lunge pneumonisch; Schnitte durch die Tonsillen: starken Epithelverlust; in der Tiefe Haufen von Mikrokokken. Lungenschnitte: Die Epithelien der gröberen Bronchien abgestossen, an ihrer Stelle degenerirte Epithelzellen und Mikrokokkenhaufen; die Alveolen gefüllt mit Blutkörperchen, Fibrin und Epithelien; dazwischen Streptokokken. Die Capillaren mit weissen und rothen Blutkörperchen vollgepfropft. Nieren, Milz, Leber und Herz frei von Mikroorganismen. Die Trachealmembran ist durchsetzt von Massen von Streptokokken; in der Tiefe, an der Stelle der nekrotisirten Schleimhaut, Diphtheriebacillen einzeln und in Haufen.

Fall XI: E. E. $2^1/_4$ Jahre alt; am 4. Tage der Krankheit starker Belag auf beiden Tonsillen; Tracheotomie; gestorben am 5. Tage der Krankheit; Membran in der Trachea erstreckt sich eine kurze Strecke über die Bifurcation hinaus; Nephritis; in der Membran der Trachea zahlreiche pathogene Diphtheriebacillen nachweisbar; daneben auch in geringerer Masse Streptokokken; letztere finden sich auch in den Malpighi'schen Knäueln der Nieren, die Nierenepithelien geschwellt.

Fall XII: O. P. 12 Jahre alt; angeblich 3 Tage krank; übelriechender Belag auf beiden Tonsillen und am Gaumenbogen; ein sofort untersuchtes Stück der Membran zeigt vorherrschend Streptokokken; daneben vereinzelte Bacillen. Bei Aussaat auf Blutserum nach der gewöhnlichen Methode kommen am 2. Tage neben zahlreichen Colonieen von Streptokokken auch weisslich glänzende Bacillencolonieen zum Vorschein. Die daraus reingezüchteten Bacillen erweisen sich als Löffler'sche Diphtheriebacillen und sind für Meerschweinchen pathogen. Daneben auch vereinzelte Colonieen von Pseudodiphtheriebacillen. 3 Tage darauf wurde wieder ein frisches Stück Membran untersucht. Unterdessen war in der Klinik eine Bepinselung des Rachens mit $1^0/_{00}$ Sublimatlösung vorgenommen worden. Bei der mikroskopischen Untersuchung waren im Ausstrichpräparat zahlreiche Bacillen und Streptokokken zu erkennen. Auf den damit geimpften Nährmedien kamen nur vereinzelte Colonieen von Strepto- und Staphylokokken zur Entwickelung. 8 Tage darauf wurde die Patientin als geheilt entlassen.

Fall XIII: M. Z. $2^1/_2$ Jahre alt; 8 Tage krank, starker Belag im Rachen; Tracheotomie; Membran aus der Trachea entfernt und untersucht; gestorben 4 Tage nach der Aufnahme. Section: Pneumonie des rechten Unterlappens. Nephritis. Leber und Milz geschwollen. In der nach der Tracheotomie ausgestossenen Membran, welche gleich nachher untersucht wurde, fanden sich vorwiegend Streptokokken, doch liessen sich auf Agar-Agar und Blutserum auch Löffler'sche Bacillen isoliren. Ein Meerschweinchen, mit letzteren geimpft, starb nach 2 Tagen mit den charakteristischen Sectionsbefunden. In Schnitten durch die Membran des Rachens und der Trachea fanden sich die Löffler'schen Bacillen in der bekannten Anordnung. In Schnitten durch die Lungen, Nieren und Leber fanden sich Streptokokken.

Fall XIV: R. V. 3 Jahre alt; aufgenommen am 3. Krankheitstage mit starkem Belag auf beiden Mandeln und heftiger Athemnoth; tracheo-

tomirt am gleichen Tage, Tags darauf gestorben. Section: Tracheotomiewunde mit dickem Belag; Pharyngitis; Belag auf beiden Tonsillen; Glottisödem; die dicke Membran zieht bis zur Tracheotomiewunde; im unteren Theil der Trachea weniger reichlicher Belag. Bronchopneumonie auf beiden Lungen. Emphysem beider Oberlappen. Leber und Milz stark geschwollen. Nieren stark geröthet. Ein von den Membranen hergestelltes Ausstrichpräparat zeigte die Anwesenheit zahlreicher Streptokokken und den Löffler'schen Stäbchen ähnlicher Bacillen. Auch in den gröberen Bronchien der Lungen finden sich im Ausstrichpräparat vereinzelte Streptokokken. Nieren, Milz und Leber frei von Mikroorganismen. Von der Membran, der Lunge, Milz, Leber und Nieren werden Agarplatten gegossen und zur Controle Verdünnungen auf Blutserum hergestellt. Ein Wachsthum von Bacterien zeigt sich nur auf den mit Stückchen der Membran und der Lunge beschickten Platten bezw. Blutserumröhrchen. Auf letzteren schon am nächsten Tage ein üppiges Wachsthum von Colonieen der Löffler'schen Diphtheriebacillen zu erkennen. Meerschweinchen damit geimpft gehen schon anderen Tages ein. Auf Agarplatten finden sich zahlreiche Colonieen von nicht pathogenen, den Löffler'schen Stäbchen ähnlichen Bacillen. Schnitte durch die Trachea: an Stelle des Epithels Haufen von Streptokokken, die auch in die zellig infiltrirte Schleimhaut eindringen. In der Tiefe der aus körnigen Fibrinmassen bestehenden Pseudomembranen schlanke Diphtheriebacillen.

Fall XV: A. G. $1^3/_4$ Jahre alt; 6 Tage krank; Athemnoth; leichter Belag; tracheotomirt; Athmung nicht freier; Bronchitis; gestorben 4 Tage nach der Aufnahme. Nach der Tracheotomie wurde ein Stück der durch die Tracheotomiewunde ausgehusteten Membran untersucht. Im Ausstrichpräparat sehen wir zahlreiche Bacillen und Streptokokken. Auf Blutserum, welches nach der bekannten Weise mit Membranstückchen besät wird, findet sich schon am folgenden Tage, auf Agar-Agarplatten nach 4 Tagen zahlreiches Wachsthum der Löffler'schen Diphtheriebacillen. Daneben Strepto- und Staphylokokken. Die Bacillen rein isolirt und Meerschweinchen subcutan eingeimpft sind für dieselben pathogen. Die Section des Kindes ergab starken Belag des Rachens, im Kehlkopf und in der Trachea bis herunter in die gröberen Bronchien; Bronchopneumonische Herde in beiden Lungen; Leber stark geschwollen; Nephritis. Im Ausstrichpräparat von Lungen und Nieren zahlreiche Streptokokken.

Fall XVI: A. W. $16^1/_2$ Jahre alt; Dienstmädchen; 2 Tage krank; starker Belag auf beiden Tonsillen; starke Schwellung der Halslymphdrüsen; der Belag wird abgekratzt und untersucht: er besteht fast ausschliesslich aus Löffler'schen Bacillen. Agarplatten damit besät, zeigen ebenfalls zahlreiche Colonieen dieser Bacillen, welche auf Meerschweinchen geimpft pathogene Eigenschaften entwickeln. Daneben auch Pseudodiphtheriebacillen. Therapeutisch wurden Bepinselungen mit Sublimatlösung und Gurgelungen mit Kal. chlor. vorgenommen. Am 15. Tage nach der Aufnahme konnte die Patientin als geheilt entlassen werden. Spätere Untersuchungen der Membranen im Ausstrichpräparat ergaben die Anwesenheit von Bacillen und Streptokokken, die aber auf Blutserum und Agar-Agar nicht zur Entwickelung kamen.

Fall XVII: E. H. 1 3/4 Jahre alt; 6 Tage krank; Athemnoth; geringer Belag auf den Tonsillen und am Gaumensegel; Tracheotomie; später Bronchitis; Gaumenlähmung; Eiweiss im Urin: gestorben am 18. Tage der Krankheit. Section: katarrhalische Pneumonie auf beiden Seiten; Emphysem der oberen Lungentheile; dicker eiteriger Belag von den Mandeln nach abwärts bis zur Tracheotomiewunde. Diese selbst ist von einem schmutzigen diphtherischen Belag bedeckt. Unterhalb der Tracheotomiewunde Belag in der Trachea nur gering; Glottisödem; Halsdrüsen geschwollen. Im Ausstrichpräparat der sofort nach der Tracheotomie herausgeholten Trachealmembran finden sich vorwiegend Streptokokken, daneben auch vereinzelt Häufchen von Löffler'schen Bacillen.

Fall XVIII: G. A. 1 3/4 Jahre alt; 6 Tage krank; Athemnoth; kein deutlich sichtbarer Belag; Tracheotomie; Entfernung einzelner Membranen aus der Trachea, die untersucht wurden. 4 Tage später Schlund- und Gaumenlähmung; Tags darauf exitus. Die untersuchten Membranen ergaben die Anwesenheit zahlreicher Bacillen und Streptokokken. Zur Gewinnung von Reinculturen Impfung in der angegebenen Weise auf Blutserum und Agar-Agar. Auf ersterem schon Tags darauf fast ausschliesslich Colonieen der Löffler'schen Bacillen. Auf Agarplatten sind sie ebenfalls zu finden, daneben aber auch eine ziemliche Anzahl von Colonieen der Streptokokken. Die Bacillen sind pathogen für Meerschweinchen. Bei der Section des Kindes fanden sich zahlreiche bronchopneumonische Herde auf beiden Lungen; Nephritis. Aus den in der Trachea und Kehlkopf vorhandenen Membranen lassen sich Diphtheriebacillen rein cultiviren. Uebrigens zeigen sich jetzt vorwiegend Streptokokken. Letztere findet man auch im Ausstrichpräparat von Lungen und Nieren.

Fall XIX: F. S. 4 1/4 Jahre alt; 4 Tage krank; Belag gering; starke Athemnoth; Tracheotomie; Erbrechen und Durchfall; Masern; Gaumenlähmung; am 13. Tage der Krankheit gestorben. In den bei der Tracheotomie herausgeholten Membranstückchen fanden sich neben Streptokokken eine ziemliche Anzahl pathogener und nicht pathogener Diphtheriebacillen. Die Section ergab Bronchopneumonie, Nephritis. Schnitte durch die Trachea und die gröberen Bronchien liessen in der Tiefe der Membran die bekannten Stäbchen erkennen. In den bronchopneumonischen Herden zwischen den abgestossenen und degenerirten Epithelien Haufen von kettenförmig angeordneten Mikrokokken. Nierenschnitte: Schwellung und Degeneration der Epithelien in den Harncanälchen und den Glomerulis; keine Bacterien.

Fall XX: E. K. 3 1/4 Jahre alt; 2 Tage krank; starker Belag auf der Zunge; Pharynx und Larynx; starke Temperaturerhöhung; Scarlatina; gestorben am 11. Tage der Krankheit. Bei den aus Mund und Pharynx herausgeholten Membranen neben verschiedenen Arten von Spaltpilzen, die sich im Ausstrichpräparat unter dem Mikroskop darboten, konnten durch Impfung nach der bekannten Weise auf Blutserum und Agar-Agar Colonieen von Diphtheriebacillen und Streptokokken nachgewiesen werden. Die Diphtheriebacillen erwiesen sich theilweise als für Meerschweinchen pathogen, theilweise als nicht pathogen.

Fall XXI: H. S.; 2 Tage krank; geringer Belag auf beiden Tonsillen; bellender Husten; 2 Tage später Tracheotomie; die herausgeholte Membran

zeigt vorwiegend Löffler'sche Bacillen. Daneben in geringerer Menge Streptokokken; Lähmung der Schlundmuskeln; die Wunde ist diphtherisch: Eiweiss im Urin; gestorben am 17. Tage der Krankheit. Section nicht gestattet.

Fall XXII: A. B. 8 Jahre alt; 3 Tage krank; starker Belag in Nase: Scarlatina; Eiweiss im Urin; gestorben am 12. Tage der Aufnahme. In dem herausgeholten Belag finden sich im Ausstrichpräparat vorwiegend Staphylo- und Streptokokken. Auch Impfungen dieser Membranen auf Blutserum und Agar-Agar ergaben nur die Anwesenheit dieser beiden Kokkenarten. Die Section ergab dicken Belag in Mund, Nase und Rachen bis tief in den Kehlkopf. Trachealmembran; croupöse Pneumonie des rechten Unterlappens. Milz und Leber geschwellt; Nephritis. Aus der Trachealmembran lassen sich in geringer Menge Löffler'sche Bacillen isoliren. Dieselben finden sich auch wieder in Schnitten durch die Trachea in der Tiefe der nekrotischen Schleimhautpartien.

Fall XXIII: W. W. $2^1/_2$ Jahre alt; 6 Tage krank; Belag auf beiden Tonsillen; Scarlatina; sofort Tracheotomie; Eiweiss im Urin; gestorben am 15. Tage der Krankheit. In der durch die Tracheotomiewunde ausgestossenen Membran finden sich in reicher Menge für Meerschweinchen pathogene Diphtheriebacillen und Streptokokken.

Fall XXIV: W. M. $2^1/_2$ Jahre alt; 2 Tage krank; Belag auf beiden Tonsillen; Tracheotomie; gestorben 6 Tage später. Der Belag im Mund und die bei der Tracheotomie ausgestossene Membran wurden zunächst im Ausstrichpräparat untersucht und zeigten beide Mal Diphtheriebacillen. In Membranstückchen aus der Trachea waren sie fast ausschliesslich vorhanden. In Reinculturen erwiesen sie sich den Meerschweinchen pathogen. Die Section ergab starken Belag auf beiden Tonsillen und in der hinteren Rachenwand, dem Kehlkopf und der Trachea. Glottisödem. Lunge in den beiden unteren Partieen atelectatisch; stark hyperämisch. Leber, Milz und Nieren ebenfalls stark hyperämisch. Schnitte durch die Trachea und die Rachenorgane: das Epithel fehlt meistentheils; an diesen Stellen zahlreiche Bacterien verschiedener Art; in der Tiefe des nekrotischen Gewebes die Löffler'schen Stäbchen abwechselungsweise mit kettenbildenden Mikrokokken. In den geschwellten Halslymphdrüsen Mikrokokken durch das ganze Organ regellos verbreitet. Die übrigen Organe zeigen keine Bacterien.

Fall XXV: M. T. 4 Jahre alt; 7 Tage krank; starker Belag in Mund und Nase; Tracheotomie; Membran in der Trachea; Eiweiss im Urin: Schlundlähmung; nach 3 Wochen geheilt entlassen. Die bei der Tracheotomie ausgehustete Membran wurde sofort untersucht und zeigte vorzugsweise Streptokokken, nur wenig Bacillen. Rein cultivirt erwiesen sich die Bacillen als identisch mit den Löffler'schen Stäbchen.

Fall XXVI: K. K. 1 Jahr alt; 5 Tage krank; starker Belag auf beiden Tonsillen; heftige Athemnoth; Tracheotomie; gestorben am 7. Tage der Krankheit. Die aus der Tracheotomiewunde entfernte Membran bestand aus zahlreichen pathogenen Diphtheriebacillen.

Fall XXVII: F. B. $5^1/_2$ Jahre alt; 2 Tage krank; starker Belag in der Nase und auf beiden Tonsillen; Bepinselung mit $1^0/_{00}$-Sublimat. Schlund-

lähmung; Eiweiss im Urin; am 20. Tage der Krankheit gestorben. In diesem Falle wurde aus dem Pharynx am 2. Krankheitstage ein Stückchen Membran herausgeholt und untersucht; in derselben waren zahlreich Diphtheriebacillen, die rein cultivirt für Meerschweinchen pathogen sich erwiesen. Daneben in geringerer Menge Streptokokken.

Fall XXVIII; F. L. $4^1/_2$ Jahre alt; 8 Tage krank; starker Belag auf beiden Mandeln; Halsdrüsen stark geschwollen; hochgradige Dyspnoë; sofort tracheotomirt; Membran bis zur Trachea; entfernt und untersucht; Eiweiss im Urin; Diarrhoe; 3 Tage später gestorben. Die untersuchte Membran zeigte vorwiegend Streptokokken im Ausstrichpräparat. Doch liessen sich auf Blutserum und Agarplatten Colonieen von Diphtheriebacillen nachweisen, neben pathogenen auch nicht pathogene; Section: Glottisödem; Bronchopneumonie; Nephritis, Entzündung und Schwellung der Peyer'schen Drüsen. In Schnitten durch Lungen und Nieren begegnen wir Streptokokken, ebenso in Schnitten durch die Lymphdrüsen des Halses. In Schnitten durch die Membran Streptokokken und Diphtheriebacillen in regelloser Weise neben einander.

Fall XXIX: G. W. 3 Jahre alt; gestorben am 4. Krankheitstage. Purulente Bronchitis; geringe Membran in Kehlkopf und Trachea; Glottisödem. Die Membran geht ziemlich tief in die gröberen Bronchien hinein. Nieren und Milz leicht geschwollen. Es wird die Membran der Trachea und der Bronchien im Ausstrichpräparat untersucht und ergiebt die Gegenwart zahlreicher pathogener Stäbchen.

Fall XXX: M. S. 5 Jahre alt; 3 Tage krank; tracheotomirt; 2 Tage später Exitus; Scarlatina; Belag auf beiden Tonsillen; Section: Glottisödem; starke Membranen auf den Tonsillen bis in den Kehlkopf, geringer in Trachea bis zur Bifurcation hinabgehend. Pleuritis exsudativa; rechts unten Pneumonia cruposa; links unten beginnende Pneumonie; Nephritis. In den Membranen kann sowohl im Ausstrichpräparat als auch in Schnitten der Diphtheriebacillus in der gewöhnlichen Anordnung nachgewiesen werden, daneben auch Streptokokken. Die Bacillen rein cultivirt zeigten pathogenen Charakter, doch finden wir auf Agarplatten auch einzelne Culturen nicht pathogener Diphtherie ähnlicher Bacillen.

Fall XXXI: E. S. $3^3/_4$ Jahre alt; 2 Tage krank; starker Belag auf beiden Tonsillen; heftige Dyspnoë; sofort tracheotomirt; die aus der Tracheotomiewunde ausgestossene Membran untersucht, zeigte fast ausschliesslich pathogene Löffler'sche Bacillen.

Fall XXXII: A. A. $3^1/_2$ Jahre alt; 5 Tage krank; starker Belag auf beiden Tonsillen und dem Gaumenbogen; hochgradige Dyspnoë; Tracheotomie; gestorben nach 2 Tagen. Section: Starke Membran auf beiden Tonsillen. Halslymphdrüsen sehr stark geschwollen; Glottisödem; Membran im Kehlkopf, Trachea und den gröberen Bronchien; Bronchopneumonie; Leber, Milz und Nieren geschwellt. In Ausstrichpräparaten der Membranen vorzugsweise Streptokokken, ebenso in solchen von Lunge und Nieren. Agar-Agarplatten und Blutserumröhrchen sind vorzugsweise mit Colonieen von kettenbildenden Mikroorganismen durchsetzt, daneben vereinzelte Colonieen von Diphtheriebacillen bei Impfung von Membrantheilchen. Letztere sind für Meerschweinchen pathogen.

Fall XXXIII: P. S. 5 Jahre alt; 4 Tage krank; Belag auf beiden Tonsillen und dem Gaumenbogen; Tracheotomie; die dabei ausgestossene Membran untersucht zeigt im grossen Ganzen wenig Diphtheriebacillen, dagegen sehr zahlreiche Ketten von Streptokokken. Die Bacillen sind für Meerschweinchen pathogen.

Fall XXXIV: K. G. $7^1/_2$ Jahre alt; 3 Tage krank; wenig sichtbarer Belag; starke Schwellung der Tonsillen; Temperatursteigerung bedeutend (bis 41°); Masern; Tracheotomie; 3 Tage später Exitus. In diesem Falle wurde ebenfalls die bei der Tracheotomie ausgestossene Membran untersucht; dieselbe bestand zum grossen Theil aus pathogenen Löffler'schen Bacillen; daneben auch, allerdings in geringerer Menge, Streptokokken.

Fall XXXV: E. S. $2^1/_2$ Jahre alt; 2 Tage krank; wenig sichtbarer Belag; Dyspnoë; Scarlatina; sofort Tracheotomie; 15 Tage darauf geheilt entlassen; die gleich nach der Tracheotomie ausgestossene Trachealmembran enthielt vorzugsweise pathogene Diphtheriebacillen, in geringerer Menge waren auch Streptokokken vorhanden.

Fall XXXVI: F. F. $4^1/_2$ Jahre alt; 10 Tage krank; Belag auf beiden Tonsillen; Tracheotomie; Tags darauf gestorben.

Section: Starker diphtherischer Belag auf Mandeln und am Gaumenbogen; Glottisödem; Bronchopneumonie; Halsdrüsen geschwollen; Leber und Nieren normal; die untersuchte Membran enthielt nur wenig Löffler'sche Bacillen, dagegen in grösserer Menge Streptokokken. Letztere finden sich auch in Ausstrichpräparaten und Schnitten durch die Lunge.

Fall XXXVII: H. K. $3^1/_2$ Jahre alt; 4. Krankheitstag; starker Belag auf beiden Seiten; starke Schwellung der Tonsillen; foetor ex ore et naso; Halsdrüsen geschwollen; Tracheotomie; Membran in der Trachea; Eiweiss im Urin; gestorben. Ein Theil der bei der Tracheotomie ausgehusteten Membran aus der Trachea wird sofort im Ausstrichpräparat untersucht: es zeigen sich verschiedene Bacterien, vorwiegend Streptokokken. Auf Agar-Agarplatten zeigen sich neben Colonieen von Streptokokken auch pathogene Löffler'sche Bacillen.

Section: Starker Belag im Mund, Pharynx, Kehlkopf und Trachea. Glottisödem; Bronchopneumonie; Halslymphdrüsen geschwollen, ebenso zahlreiche Mesenterialdrüsen. Nieren geschwellt und hyperämisch. Der Belag im Kehlkopf und der Trachea zeigt vorwiegend Streptokokken; doch finden sich daneben auch pathogene Löffler'sche Stäbchen. In den bronchopneumonischen Herden Streptokokken. Die Nieren weisen auf: Degeneration und theilweise Schwellung der Epithelien der Harncanälchen, Streptokokken in den Glomerulis. Die Halslymphdrüsen theilweise von Streptokokken durchsetzt. Fettige Degeneration des Herzmuskels.

Fall XXXVIII: O. K. $2^1/_4$ Jahre alt; 2 Tage krank; Belag an den Gaumenbogen; Tonsillen geschwellt. Ausfluss aus der Nase; erhöhte Temperatur; Dyspnoë; Tracheotomie; gestorben am 20. Tage der Krankheit. Gleich nach der Aufnahme wurde ein Stückchen des Belages herausgeholt und untersucht. Das Ausstrichpräparat ergab die Anwesenheit von Diphtheriebacillen, weniger Streptokokken, daneben auch Staphylokokken. Reincultivirt zeigen sich die Diphtheriebacillen zum Theil als pathogen, zum Theil als nicht pathogen.

Fall XXXIX: G. D. 4 Jahre alt; 6 Tage krank; seit 2 Tagen starker Belag auf beiden Tonsillen; ödematöse Schwellung des weichen Gaumens. Eiweiss im Urin; Gaumenlähmung; sofort tracheotomirt; 3 Tage später gestorben.

Section: Diphtherie des Rachens, der Trachea und der gröberen Bronchien; beginnende Pneumonie; Pleuritis; Nephritis acuta; der Belag in der Trachea zeigt im Ausstrichpräparat die Anwesenheit zahlreicher Diphtheriebacillen; dieselben finden sich wieder in Schnittpräparaten in den tieferen Schichten der Membran, während die Oberfläche derselben vorzugsweise Streptokokken beherbergt. In der Pleuraflüssigkeit Staphylokokken. Nierenepithelien und Glomeruli geschwollen. Keine Mikroorganismen in der Niere.

Fall XL: P. S. 14 Jahre alt. 1. Krankheitstag. Starke Schlingbeschwerden; reifartiger Belag am Gaumensegel und Uvala; Tonsillen geschwollen. Es handelt sich hier offenbar um einen frischen Fall von Diphtherie. Die Lymphdrüsen des Halses waren geschwollen; bedeutende Temperaturerhöhung. Ein Theil des reifartigen Belages wurde abgekratzt und unter dem Mikroskop untersucht; derselbe bestand fast ausschliesslich aus Löffler'schen Diphtheriebacillen, daneben noch einige dicke Bacillen, Tetragenus und Hefepilze. Auch bei Impfung auf Blutserum und in Agar-Agarplatten kommen fast ausschliesslich Colonieen dieser Löffler'schen Bacillen zur Entwickelung, die für Meerschweinchen pathogen sich erwiesen. Therapeutisch wurden Bepinselungen mit $1^0/_{00}$-Sublimatlösung angewendet. Am 3. Krankheitstage traten bei Untersuchung eines abgelösten Membranstückchens im Ausstrichpräparate Streptokokken deutlich hervor, während die Bacillen nur in geringerer Menge sichtbar waren. Auch spätere Untersuchungen (am 7. Krankheitstage) ergaben ein ähnliches Resultat: Ueberwucherung durch Streptokokken. Am 14. Krankheitstage leichte Gaumenlähmung. Der Patient konnte nach weiteren 16 Tagen geheilt entlassen werden.

Fall XLI: F. A. $4^1/_2$ Jahre alt; 6 Tage krank; Belag auf beiden Tonsillen; sofort tracheotomirt; gestorben 2 Tage darauf. Section: Membranen auf den beiden Tonsillen bis herab in den Kehlkopf; Glottisödem; starke Membranen in der Trachea; Tracheotomiewunde diphtherisch; Membran geht in der Trachea bis in die gröberen Bronchien hinein. Atelectase des rechten Mittel- und Unterlappens. Nieren normal. Die bacteriologische Untersuchung der Membranen, Trachea und Bronchien ergab das Vorhandensein zahlreicher pathogener Löffler'scher Diphtheriebacillen, verhältnissmässig wenig Streptokokken.

Fall XLII: M. G. $2^1/_2$ Jahre alt; 3 Tage krank; starke Athemnoth; tracheotomirt; dicke Membran wird ausgehustet, die im Ausstrichpräparat untersucht zahlreiche Diphtheriebacillen neben Strepto- und Staphylokokken erkennen liess; Tod 2 Tage nach der Aufnahme. Die untersuchte Membran wurde auch auf Blutserum und auf Agar-Agarplatten ausgesät: es liessen sich für Meerschweinchen pathogene Diphtheriebacillen isoliren. In Schnitten durch die Trachea lagen dieselben in der Tiefe in und unter den nekrotischen Geweben. Die Oberfläche der Membranen wurde von kettenbildenden Mikrokokken eingenommen. Lunge hyperämisch ohne Bacterien, ebenso die übrigen Organe.

Fall XLIII: A. D. 9 Jahre alt; 2 Tage krank; Belag auf beiden Tonsillen und Gaumensegel; nach 17 Tagen geheilt entlassen; der abgekratzte Belag zeigt im Ausstrichpräparat neben zahlreichen Haufen von Diphtheriebacillen, Staphylo- und Streptokokken. Auf Agar-Agarplatten lassen sich pathogene Diphteriebacillen und Pseudodiphtheriebacillen isoliren; daneben Staphylo- und Streptokokkencolonieen. Auf Blutserum, auf das nach der früher angegebenen Weise Membranstückchen vertheilt wurden, kamen vorzugsweise die weisslichen Colonieen der pathogenen Stäbchen zum Vorschein.

Fall XLIV: A. W. $4^1/_2$ Jahre alt; 4 Tage krank; starke Dyspnoë; bedeutende Temperaturerhöhung: heftiger Husten; sofort tracheotomirt: Eiweiss im Urin; Lähmung der Schlundmusculatur; gestorben 10 Tage nach der Aufnahme. Die bei der Tracheotomie ausgehustete Membran wird im Ausstrichpräparat untersucht und Stückchen davon auf Agar-Agarplatten gegossen. Es zeigten sich darauf, wie auch im Ausstrichpräparate Staphylokokken und Diphtheriebacillen. Die Bacillen werden rein cultivirt und erweisen sich als für Meerschweinchen pathogen. Daneben finden sich aber auch auf den Platten vereinzelte Colonieen von Pseudodiphtheriebacillen. Streptokokken nirgends nachweisbar.

Fall XLV: M. K. 9 Jahre alt; 4 Tage krank; starker Belag auf beiden Tonsillen und der hinteren Rachenwandung; starke Athemnoth; sofort tracheotomirt; Membran aus der Trachea entfernt und untersucht; Tod 3 Tage nach der Aufnahme. Die bei der Tracheotomie entfernte Membran enthielt vorwiegend Diphtheriebacillen, die sich rein cultivirt als pathogen erwiesen. Doch waren auch in der Membran ziemlich zahlreich kettenbildende Mikrokokken vorhanden.

Section: Membran in Rachen und Trachea; Glottisödem; Emphysem der oberen Lungenabschnitte; Pneumonia incipiens; Nephritis acuta; Lymphdrüsen des Halses stark geschwollen; ebenso Milz. Auch hier fand man bei der Untersuchung der Trachealmembran im Ausstrichpräparat sowohl wie in Schnitten die Löffler'schen Stäbchen. In den übrigen Organen war der bacteriologische Befund ein negativer.

Fall XLVI: F. S. 2 Jahre alt; 8 Tage krank; wenig Belag auf den Tonsillen; starke Athemnoth; Tracheotomie; die ausgehustete Trachealmembran zeigt vorzugsweise Streptokokken; doch sind auch in geringerer Menge Bacillen vorhanden, die sich bei der Impfung als pathogene Diphtheriebacillen erwiesen; auf Agar-Agarplatten waren auch nicht pathogene sogenannte Pseudodiphtheriebacillen nachzuweisen.

Eiweiss im Urin. Nach 3 Wochen geheilt entlassen.

Fall XLVII: E. L. $4^1/_4$ Jahre alt; 6 Tage krank; dicke Membranen an der hinteren Rachenwand und auf den stark geschwellten Tonsillen. Von dieser Membran wird ein Stückchen herausgeholt und untersucht: es besteht im Ausstrichpräparat aus verschiedenen Bacillen, Strepto- und Staphylokokken. Diphtheriebacillen können daraus rein nicht gezüchtet werden. Dagegen lassen sich nicht pathogene Diphtheriebacillen auf Agar-Agarplatten isoliren. Tags darauf tritt starke Athemnoth ein, welche die Tracheotomie nöthig macht. Die durch die Tracheotomiewunde ausgehustete Membran besteht, wie Untersuchungen im Ausstrichpräparat und auf Agar-Agar-

platten bezw. Blutserum ergaben, aus pathogenen und nicht pathogenen Diphtheriebacillen, Strepto- und Staphylokokken. Nach 15 Tagen Pat. geheilt entlassen.

Fall XLVIII: L. G. 4 Tage krank; starker Belag auf beiden Tonsillen; Halsdrüsen geschwollen; Tracheotomie 2 Tage nach der Aufnahme; 2 Tage später Exitus.

Section: Starker Belag in Pharynx und Kehlkopf; Glottisödem; Membran in Trachea und den gröberen Bronchien. Tracheotomiewunde diphtherisch mit starkem Oedem des benachbarten Gewebes. Serös-fibrinöses Exsudat in der Pleurahöhle beiderseits. Emphysem der Lungenspitzen; Bronchopneumonische Herde in beiden Lungen. Die bacteriologische Untersuchung zeigte in Ausstrichpräparaten von dem Belag aus Pharynx und Kehlkopf verschiedene Arten von Bacterien; in hervorragender Weise Ketten von Streptokokken. In der Trachealmembran finden sich Streptokokken und Löffler'sche Bacillen. In der Lunge Streptokokken. Halsdrüsen, Milz, Leber und Nieren zeigen bacteriologisch negativen Befund. Die Bacillen rein cultivirt erweisen sich ihrem pathogenen Charakter für Meerschweinchen nach als identisch mit den Löffler'schen Diphtheriebacillen. In Schnittpräparaten durch die Trachea fest anhaftende breite Membran mit zahlreich gefärbten Zellen bezw. Zellkernen. In dieser oberen Schicht finden sich zahlreiche Haufen der Stäbchen, theilweise vermischt mit Haufen von Streptokokken. In den tieferen Exsudatschichten wie in dem Gewebe selbst keine Bacterien. In den Lungenschnitten sind die Capillaren stark mit Blutkörperchen gefüllt; in den Alveolen fibrinöses und zelliges Exsudat mit eingelagerten Streptokokkenhäufchen.

Fall IL: F. W. 1 Jahr alt; 1 Tag krank, starke Athemnoth; sofort tracheotomirt; Schwellung des linken Kniegelenks; heftige Diarrhoe; 14 Tage später Lähmung des linken Beins und Schwäche des linken Arms; gestorben 6 Tage später. Der Belag auf der Tonsille bestand fast ausschliesslich aus Streptokokken, echten Löffler'schen Bacillen und Pseudodiphtheriebacillen. Stückchen des geringen Belags, welche nach der Tracheotomie aus der Trachea herausgeholt wurden, liessen fast ausschliesslich die Löffler'schen Bacillen erkennen; rein cultivirt waren sie für Meerschweinchen pathogen.

Fall L: E. P. 6 Jahre alt; starker Belag der hinteren Rachenwand und des weichen Gaumens; Halslymphdrüsen geschwollen; sofort tracheotomirt; Eiweiss im Urin; gestorben 5 Tage nach der Tracheotomie. Die bei der Tracheotomie ausgestossene Membran enthielt Streptokokken pathogene und nicht pathogene Diphtheriebacillen.

Section: Belag auf beiden Tonsillen, und der hinteren Rachenwand; Glottisödem; Membran in der Trachea bis in die Nähe der Bifurcation ziehend; hämorrhagische Bronchopneumonie; Nephritis acuta; in den oberen Theilen der Trachealmembran in Schnitten zahlreiche Bacterien, vorzugsweise Streptokokken, mehr in der Tiefe liegend und in das Schleimhautgewebe hineinziehend Haufen von feinen Bacillen, den Löffler'schen Stäbchen entsprechend. In den Lungenschnitten sind die Alveolen mit Zellen und Fibrin gefüllt, die Gefässe erweitert, Bacterien nicht zu finden. Ebenso sind in den Lymphdrüsen und Nieren keine Bacterien nachweisbar, dagegen Streptokokken in der Milz.

Fall LI: K. T. 4 Jahre alt; 1 Tag krank; Belag auf beiden Tonsillen; starke Schling- und Athembeschwerden; der Belag ist leicht abziehbar, darunter leicht blutende Schleimhaut. In dem untersuchten Belag Streptokokken, Staphylokokken und Bacillen nachweisbar, letztere erweisen sich, wie Reinculturen davon zeigen, als nicht pathogen für Meerschweinchen. Tags darauf über den ganzen Körper verbreitetes Scharlachexanthem. Der Belag wird nach 2 und 3 Tagen abgestossen. Stückchen davon untersucht ergaben ebenfalls wieder die Gegenwart von Strepto- und Staphylokokken. Echte Diphtheriebacillen nicht nachweisbar. Schliesslich bleibt noch eine starke Röthung der Tonsillen und der Ulvula zurück, die nach weiteren 4 Tagen verschwunden ist. Es handelt sich bei diesem Fall offenbar nicht um Diphtherie, sondern nur um einen Fall von schwerer Scharlachangina.

Fall LII: M. S. 9 Jahre alt; 2 Tage krank; Belag auf beiden Tonsillen und dem Gaumenbogen; derselbe wird herausgeholt; die Schleimhaut darunter leicht blutend; er enthält pathogene und nicht pathogene Diphtheriebacillen. Daneben vereinzelte Streptokokkenstränge; nach 2 Tagen ist wegen starker Athemnoth die Tracheotomie nothwendig. Heilung 3 Wochen nach Beginn der Krankheit.

Fall LIII: H. D. 24 Jahre alt; Dienstmädchen; 1 Tag krank; weisslich-grauer Belag auf den Tonsillen und dem Gaumensegel. Dieser fest auf der unterliegenden Rachen-Schleimhaut anhaftende Belag enthält fast ausschliesslich pathogene Diphtheriebacillen; die den Tonsillen aufliegende Membran enthält Streptokokken und pathogene und nicht pathogene Diphtheriebacillen. Bepinselung mit Sublimat, Carbolspray. 4 Tage später stösst sich ein nekrotisches Stück der linken Tonsille ab. 15 Tage nach der Annahme Patientin geheilt entlassen.

Um mich zu überzeugen, ob die Bacillen, welche ich bei der Diphtherie fand, auch sonst bei anderen Erkrankungen der Mundhöhle vorkommen, stellte ich mir zur Aufgabe, möglichst vielfache Untersuchungen in dieser Richtung zu machen. Ich untersuchte zunächst Kinder derjenigen Altersclasse, in welcher dieselben am meisten zu Diphtherie disponirt sind, Kinder im Alter von 1 bis 10 Jahren. Die Mehrzahl der Kinder besuchte die Poliklinik des Lazarus-Krankenhauses in Berlin.

Andererseits stellte ich auch Untersuchungen des Mundsecretes gesunder Kinder in bacteriologischer Richtung an; nur dadurch, dass Kinder mir zur Untersuchung gestellt wurden, auf welche die in Krankensälen befindlichen Organismen noch keine Einwirkung ausgeübt hatten, glaubte ich einem nicht zu unterschätzenden Irrthum entgehen zu können. Die Impfmethode war folgende: in ca. 5 bis 7 ccm sterilisirtem Wasser wurde Mundschleim oder Pfröpfe der folliculären Anginen fein vertheilt und am gleichen Tage auf Agar-Agar resp. Blutserum, welches in weiten Röhrchen zum schrägen Erstarren gebracht war, vertheilt.

Da es sich ja nur, wie ich oben angegeben, um die Anwesenheit von Löffler'schen Diphtheriebacillen, resp. von kettenbildenden Mikrokokken handeln kann, so möge es genügen, die Resultate nach dieser Richtung hin auszuführen. Auch diejenigen Fälle, wo ich die nicht pathogenen Diphtheriebacillen, die sogenannten Pseudodiphtheriebacillen fand, sollen hier erwähnt werden. Untersucht wurden:

1. Gesunde Kinder: 66.

Bei diesen fanden sich Löffler'sche Bacillen: 0. Pseudodiphtheriebacillen: 22 mal. Streptokokken: 8 mal.

	Untersuchte Fälle	Löffler'sche Bacillen	Pseudodiph.-Bacillen	Streptokokken
2. Angina follicularis . . .	17	0	5	13
3. Angina catarrhalis . . .	24	0	9	14
4. Caries dentium	18	0	0	3
5. Phlegmone des Rachens	2	0	0	2
6. Erysipelas faciei et fauc.	3	0	0	3

Unter diesen 130 Fällen konnte also in keinem einzigen Falle der Löffler'sche Diphtheriebacillus nachgewiesen werden, welcher die früher beschriebenen Symptome bei Thieren, namentlich bei Meerschweinchen, hervorgebracht hätte.

In 52 Fällen ausgesprochener „Rachendiphtherie" konnte ich zweifellos die Löffler'schen Bacillen nachweisen, in 50 Fällen davon gelang es mir, dieselben rein zu züchten; in den 2 übrigen Fällen, wo mir nur Alkoholpräparate zur Verfügung standen, konnten sie in Schnitten deutlich sichtbar gemacht werden. In einem Falle (LI) jedoch ist mir der Nachweis der Diphtheriebacillen nicht gelungen; doch fragt es sich, ob wir es hier mit einem reinen Fall von Diphtherie zu thun haben; der ganze Verlauf der Erkrankung lässt vielmehr eher den Schluss auf eine schwere Scharlachangina zu.

Dagegen ist es bei 66 gesunden und 64 mit Rachen- und Mundaffectionen behafteten Kindern in keinem einzigen Falle gelungen, die pathogenen Löffler'schen Stäbchen zu finden.

Die 2 ersten Postulate für den parasitären Charakter der menschlichen Diphtherie wären somit erfüllt, wie verhält es sich nun aber mit dem 3.: mit den Reinculturen bei Thieren die Krankheit zu erzeugen? Auf der Rachen- und Trachealschleimhaut der Kaninchen und Meerschweinchen liessen sich die charakteristischen Membranen nicht constant hervorbringen, war dies je der Fall, so hatten die Stäbchen hier, wie auch in der Trachea von Tauben und Hühnern niemals diese typische Anordnung wie in der menschlichen Trachea: sie lagen weniger in der Tiefe

als vielmehr auf der Oberfläche der oft nicht einmal stark veränderten Schleimhaut. Mehr Aehnlichkeit zeigten dagegen die bei Meerschweinchen an der Vulva erzeugten Membranen; es zeigte sich constant eine dicke Membran, die Schleimhaut war wie die mikroskopische Untersuchung ergab, necrotisirt und die Stäbchen lagen zwischen den necrotischen resp. necrotisirenden Zellen in Haufen oder vereinzelt umher. Von grosser Wichtigkeit ist auch bei subcutaner Impfung des Meerschweinchens das auffallende Verhalten der Blutgefässe, die schweren Gefässläsionen und die regelmässigen Ergüsse in die Pleurahöhlen. Ein weiterer, wohl auch in's Gewicht fallender Umstand ist der, dass junge Thiere im grossen Ganzen eine viel grössere Empfänglichkeit für den Virus der Löffler'schen Bacillen haben, als alte. Wenn auch bei einem Thiere einmal eine Lähmung der hinteren Extremitäten, ohne ausgesprochenen pathologischen Befund eintrat, so glaube ich doch, diesen einzigen Fall bei der Beurtheilung des Für und Wider nicht mit in die Wagschale legen zu dürfen. Bei Berücksichtigung der Resultate, welche die Impfversuche auf Thiere ergaben, ist der Gedanke nicht ausgeschlossen, dass es eben unter den zur Impfung gebräuchlichen Thieren keine Species giebt, welche eine so grosse Empfänglichkeit für die Diphtheriebacillen hat, wie der Mensch.

Alle diese Umstände zusammengenommen berechtigen uns zu dem Schlusse, dass die Löffler'schen Bacillen in sehr naher Beziehung zur menschlichen Diphtherie stehen, und sehr wahrscheinlich die Ursache derselben bilden.

Zum Schlusse möge es mir noch gestattet sein, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Geheimrath Dr. R. Koch meinen innigsten Dank auszusprechen für die freundliche Unterstützung, die er mir während meiner Arbeit zu Theil werden liess, ebenso wie auch Herrn Prof. Dr. Carl Fränkel für seine Rathschläge.

[Aus dem hygienischen Institut der Universität Berlin.]

Untersuchungen über die Einwirkung des Chloroforms auf die Bacterien.

Von

Dr. M. Kirchner,
Stabsarzt.

Unter den auch den gesteigerten Anforderungen der neueren Schule gegenüber als wirksam anerkannten Desinfectionsmitteln giebt es bekanntlich keines, das mit der Hitze in Gestalt des strömenden Wasserdampfes von 100° C. concurriren könnte. Sie vernichtet nicht nur sporenfreie Mikroorganismen mit Sicherheit, sondern auch unter den widerstandsfähigen Sporen sind bis jetzt noch keine bekannt geworden, die diesem Mittel nicht über kurz oder lang unterlegen wären.

Leider aber giebt es Substanzen, besonders eiweissreiche Flüssigkeiten, welche eine so lange Einwirkung der Hitze, als zur Sterilisirung derselben erforderlich ist, nicht vertragen, ohne wesentliche Veränderungen in ihrer Zusammensetzung zu erleiden. Bei einer Reihe derselben bedient man sich bekanntlich mit Vortheil der discontinuirlichen Sterilisation, bei der man an drei auf einander folgenden Tagen die Temperatur von 100° edesmal 15 bis 30 Minuten lang einwirken lässt und daher die Substanzen m Ganzen bei Weitem nicht so lange zu kochen braucht, als es bei der Sterilisation durch einmaliges Erhitzen nothwendig wäre. Für die Sterilisation unserer gebräuchlichen Nährmedien — Bouillon, Gelatine, Agar, Kartoffeln, Brod u. s. w. — ist dies bekanntlich die allgemein übliche Methode in den Laboratorien geworden.

Allein auch diese vorsichtige Anwendung der Siedehitze können viele Substanzen nicht aushalten. Zuckerhaltige Stoffe gehen Zersetzungen ein,

die Milch ändert ihre Reaction, Eiweissstoffe beginnen zu gerinnen, und es werden chemische Umsetzungen verschiedener und in jedem einzelnen Falle schwer zu controlirender Art eingeleitet, die es wünschenswerth erscheinen lassen, so hohe Temperaturen nicht anwenden zu müssen. Am fühlbarsten machte sich dieser Uebelstand bei dem Blutserum, das ja schon bei Temperaturen von 68° bis 70° erstarrt.

Für die Sterilisation solcher Substanzen ging man nach dem Vorgange von Tyndall mit der Temperatur herunter und erhitzte, statt an 3 Tagen jedesmal $^1/_4$ bis $^1/_2$ Stunde lang auf 100°, an 6 bis 8 Tagen jedesmal 1 bis 2 Stunden und länger auf 55° bis 58° C. Man ging dabei von der Annahme aus, dass durch diese Hitze die sporenfreien Mikroorganismen getödtet, die Sporen aber nach und nach zum Auswachsen veranlasst und als Bacterien an den folgenden Tagen vernichtet würden, und nahm an, dass nach Ablauf dieser Zeit keine entwickelungsfähigen Sporen mehr übrig wären. Die Erfahrung hat gezeigt, dass diese Annahme für die Mehrzahl der Fälle zutrifft, und dass es in der That gelingt, eine grosse Reihe eiweisshaltiger Substanzen durch diese fractionirte Sterilisation sicher keimfrei zu machen.

Allein gerade beim Blutserum lässt, wie Jeder, der bacteriologisch arbeitet, erfahren haben wird, dieses Verfahren zuweilen im Stiche, und zum Erstaunen und Aerger des Experimentators kommt es vor, dass alle Röhrchen, die er sicher sterilisirt zu haben glaubte, durch Bacterienwucherungen zu Grunde gehen. Auch der Vorschlag von Hüppe,[1] die Röhrchen nach 8tägiger Sterilisation bei 58° für 2 bis 3 Tage in den Brütschrank zu stellen und dann auf's Neue an 2 Tagen bei 58° zu sterilisiren, führt nicht immer zum Ziele. Denn es giebt, worauf schon Miquel[2] und van Tieghem[3] hingewiesen, wie des Speciellen aber erst Globig[4] gezeigt hat, eine grosse Reihe von Bacterien, die zwischen 50° und 70° gedeihen, deren Temperatur-Optimum bei 56° bis 58° C. liegt, also gerade bei der Temperatur, die wir bei der fractionirten Sterilisation anwenden. Globig konnte bekanntlich 30 verschiedene Arten derartiger Bacterien aus Erde isoliren. Es ist klar, dass, wenn zufällig Keime derselben in das Blutserum gelangen, die fractionirte Sterilisation sich als unwirksam erweisen muss.

Für solche Fälle wäre es höchst wünschenswerth, von der Desinfection durch Hitze ganz Abstand nehmen und ein chemisches Desinfectionsmittel anwenden zu können. Dieses müsste freilich verschiedenen Ansprüchen

---

[1] *Die Methoden der Bacterienforschung.* Wiesbaden 1889. 4. Aufl. S. 153.

[2] *Les organismes vivants de l'atmosphère.* 1883. p. 183. — *Annuaire de l'Observatoire de Montsouris.* 1885. p. 571.

[3] *Bulletin de la Société botanique de France.* 1881. p. 35.

[4] *Diese Zeitschrift.* 1887. Bd. III. S. 295.

genügen. Es dürfte 1. keine wesentlichen Veränderungen in der Zusammensetzung der Substanzen bewirken, es müsste 2. absolut sicher wirksam sein, und 3. nach geschehener Desinfection sich auf irgend eine Weise leicht und vollständig aus der damit behandelten Substanz wieder entfernen lassen, da dieselbe sonst unfähig werden würde, als Nahrungsmittel für Menschen oder als Nährmedium für Mikroorganismen, und um solche Dinge handelt es sich ja hauptsächlich, verwendet zu werden. Sublimat, Carbolsäure, Kalk u. s. w. konnten also hierbei gar nicht in Frage kommen, vielmehr musste sich ein bei niedrigen Temperaturen flüchtiges Mittel am meisten empfehlen. Hierbei musste man in erster Linie an das Chloroform denken, welches schon bei 61·2 °C. siedet, leider aber in Wasser nur ausserordentlich wenig löslich ist (etwa zu $^1/_2$ Volumprocent oder 7·5 ^{grm} im Liter).

Dass dem Chloroform, welches schon 1851 von Robin[1] zum Conserviren von Getreide empfohlen wurde, auch gewisse wachsthumhemmende oder gar vernichtende Wirkungen gegenüber den Bacterien beiwohnen, wurde zuerst von Müntz[2] betont, welcher nachwies, dass das Chloroform Gährungen, die durch organisirte Fermente bedingt sind, aufzuheben vermag. Müntz und Monckton[3] empfahlen daher auch das Chloroform zur Conservirung des Fleisches. Genauere Untersuchungen über die entwickelungshemmenden Wirkungen des Chloroforms rühren von De la Croix[4] her, der eine Reihe von Antisepticis bezüglich ihrer Einwirkung auf Bacterien aus Fleischwasser studirte. Er fand, dass Chloroform die Entwickelung von aus Fleischwasser stammenden Bacterien verhinderte in Verdünnungen von 1 : 90, die Ertödtung schon entwickelter Bacterien erzielte in Verdünnungen von 1 : 112 und die Entwickelung in ungekochtes Fleischwasser hineinfallender Bacterienkeime verhinderte in Verdünnungen von 1 : 103; dass es dagegen das Fortpflanzungsvermögen der Bacterien selbst in Verdünnungen von 1 : 0·8 nicht aufzuheben vermochte. Danach musste das Chloroform also als ein ganz gutes Antisepticum, dagegen als ein gänzlich unwirksames Desinfectionsmittel erscheinen. Hiermit stimmte die von R. Koch[5] gefundene Unwirksamkeit des Chloroforms gegenüber den Milzbrandsporen selbst bei 100 tägiger Einwirkung auf dieselben sehr wohl überein.

Ein Versuch, den Herr Geheimrath Koch Ausgangs des Jahres 1887 machte, Blutserum durch einen Zusatz von Chloroform im Ueberschuss zu conserviren, gab die Veranlassung zu erneuten Prüfungen seiner bacterien-

[1] *Compt. rend.* t. XX. Nr. 2.
[2] *Compt. rend.* t. LXXX. Nr. 1250.
[3] *Engl. P. S.* Nr. 1493 vom 20. Mai 1867.
[4] *Archiv für experimentelle Pathologie.* Bd. XIII. S. 250.
[5] *Mittheilungen des Reichsgesundheitsamtes.* Bd. I. S. 234—282.

vernichtenden Wirksamkeit. Es zeigte sich, dass von zwei Kölbchen mit Blutserum, die beide gleiche Mengen Chloroform erhalten hatten und beide im Eisschrank aufbewahrt worden waren, nach zwei Monaten das eine anscheinend steril geblieben, im anderen aber eine üppige Kahmhaut von Bacterien an der Oberfläche der Flüssigkeit entstanden war. Hier hatte entweder der kaum glaubliche Zufall gewaltet, dass das eine Kölbchen von vornherein keimfreies, das andere bacterienhaltiges Blutserum enthielt, oder man musste annehmen, dass das Chloroform ebenso wie die Temperatur von 56° bis 58° C. wohl im Stande sei, eine Reihe von Bacterien zu vernichten, dass es aber eine vielleicht gar nicht so kleine Zahl von Mikroorganismen gebe, denen gegenüber das Chloroform machtlos sei.

Auf Anregung des Herrn Geheimrath Koch habe ich diese Frage zum Gegenstande von Untersuchungen gemacht, deren Ergebniss ich im Nachstehenden zusammenfassen möchte.

Während ich mit diesen Untersuchungen, die sich wegen anderer zeitraubender Arbeiten, die ich gleichzeitig vorzunehmen hatte, etwas in die Länge zogen, beschäftigt war, erschienen zwei Arbeiten von Salkowski über denselben Gegenstand, auf die ich erst noch kurz eingehen möchte. In der ersten,[1] „Ueber die antiseptische Wirkung des Chloroformwassers", führt Salkowski aus, dass das Chloroform alle durch die Lebensthätigkeit von Mikroorganismen bedingten Fermentationsvorgänge verhindert, so die alkoholische Gährung, die ammoniakalische Harnstoffgährung, die fermentative Spaltung der Hippursäure, die Milchsäuregährung, die bacteritische Eiweissfäulniss; vorausgesetzt, dass das Chloroform aus seinen Lösungen nicht durch Verdunsten entweichen kann. Er fand, dass Milch mit Chloroform versetzt, dauernd ihre neutrale resp. schwach saure Reaction behält; dass Rohrzucker- und Traubenzuckerlösungen, mit Hefe und etwas Chloroform durchgeschüttelt, nicht gähren; dass Fleischauszug und selbst gehacktes Fleisch, mit Chloroform behandelt, steril bleiben; dass von Bacterien wimmelnder Fleischauszug in 1 Stunde durch Zusatz von Chloroform keimfrei wurde. Gesättigte wässerige Lösung von Chloroform (es löst sich in Wasser im Verhältniss von 5:1000) vernichtete sporenfreie Milzbrandfäden in 30 Minuten, während sie den Milzbrandsporen selbst in 3 Tagen nichts anzuhaben vermochte. Cholerabacillen wurden durch $^1/_4$procent. Chloroformlösung schon in 1 Minute vernichtet. Auf Grund dieser Beobachtungen empfahl Salkowski das „Chloroformwasser" (d. h. die gesättigte wässerige Lösung von Chloroform 1. zur Conservirung von Harn, Fermentlösungen, eiweisshaltigen Flüssigkeiten u. dgl. m., 2. zur Aufbewahrung anatomischer Präparate, 3. zu Heilzwecken (Desinfection

[1] *Deutsche medicinische Wochenschrift.* 1888. Nr. 16.

des Darmcanals, z. B. bei Cholera, Mundwasser, event. als Antisepticum). In der zweiten Arbeit,[1] „Zur Kenntniss der Wirkungen des Chloroforms", berichtete Salkowski über Versuche, das Chloroform zur Desinfection des Darmcanals zu verwerthen. Er setzte Hunde in Stickstoffgleichgewicht bei Fütterung mit Fleisch und Fett und bestimmte — auf die chemischen Untersuchungen gehe ich hier nicht ein — den Bacteriengehalt der Fäces während der Darreichung von 200 ^{ccm} Chloroformwasser täglich. Es zeigte sich recht beträchtliche Abnahme der Bacterien, eine vollständige Desinfection des Darmcanals erreichte Salkowski jedoch nicht.

Da ich bei meinen Untersuchungen vom Blutserum ausging, so suchte ich zunächst festzustellen, ob dieses durch die längere Berührung mit dem Chloroform seine Erstarrungsfähigkeit einbüsst oder Veränderungen in seiner Zusammensetzung erfährt, welche es ungeeignet machen, als Nährboden für Bacterien zu dienen. Ich stellte zunächst die Löslichkeit des Chloroforms in Blutserum durch längeres Schütteln und Absitzenlassen fest und fand, dass sich dieselbe auf 0·4 Volumprocent = 6 ^{grm} im Liter beläuft bei einer Temperatur von 15° C. Ich setzte dann 3 mit je 50 ^{ccm} frischen Blutserums gefüllten Erlenmeyer'schen Kölbchen je 1 ^{ccm}, also 2 Volumprocent Chloroform hinzu und brachte eins dieser Kölbchen (*a*) in den Brütschrank, das zweite (*b*) in gewöhnliche Temperatur und das dritte (*c*) in den Eisschrank bei 6° bis 8° C. Nach Verlauf von 2 Monaten war das Blutserum in allen 3 Kölbchen von alkalischer Reaction, in *b* und *c* völlig flüssig, nur in *a* ein wenig geronnen; die Farbe in *c* war schön blutroth, in *b* hellblutroth, in *a* hellbraunroth. In allen Kölbchen war die unterste Schicht, die mit dem in Gestalt grosser Tropfen am Boden liegenden Chloroformüberschuss in Berührung gewesen war, weissgrau verfärbt. Ich füllte nun aus allen 3 Kölbchen eine Anzahl sterilisirter Reagensröhrchen mit je 10 ^{ccm} Blutserum und brachte sie in den Erstarrungsapparat. Alle erstarrten in der gewöhnlichen Zeit bei 68° zu einer schönen Gallerte, die nur etwas weisser war und nicht so schön durchscheinend als das gewöhnliche Blutserum, jedoch nicht mehr nach Chloroform roch und nur in Folge des Entweichens des Chloroforms durch die Verdunstung von zahlreichen kleinen Canälchen durchsetzt war. Ich impfte dieses Blutserum mit Orange-Sarcine, Bacillus prodigiosus und Tuberkelbacillus, welche alle in der schönsten Weise gediehen. Es hatte sich also gezeigt, dass das Blutserum durch eine zweimonatliche Berührung mit dem Chloroform seine Erstarrungsfähigkeit nicht einbüsst, dass das Chloroform beim Erstarren des Blutserums aus demselben entweicht, und dass dann auf dem Blutserum schönes Bacterienwachsthum stattfindet.

---

[1] Virchow's *Archiv*. 1889. Bd. CXV. S. 339.

Einen ähnlichen Vorversuch machte ich mit Milch. Ich setzte drei Kölbchen mit 50 ccm Milch je 0·5 ccm = 1 Volumprocent Chloroform zu und setzte eins (*a*) in den Brütschrank, eins (*b*) in gewöhnliche Temperatur, eins (*c*) in den Eisschrank. Nach 2 Monaten war die Milch in *b* und *c* vollkommen, in *a* ziemlich flüssig und nur ein leichter weisslicher Bodensatz vorhanden; Fettabscheidung hatte nicht stattgefunden, und die Reaction war in allen Kölbchen schwach alkalisch. Die Milch in *b* und *c* hatte vollkommen die Farbe und das Aussehen von frischer Milch.

Diese verschiedenen Temperaturen hatte ich gewählt, von der Annahme ausgehend, dass die Löslichkeit des Chloroforms bei denselben vielleicht eine verschiedene, und seine Wirksamkeit bei höherer Temperatur vielleicht eine stärkere sein möchte als bei niedriger. Dies ist auch bis zu einem gewissen Grade der Fall. Allein da sich zeigte, dass sowohl das Blutserum wie die Milch im Brütschrank offenbar stärkere Veränderungen erlitt, die bei gewöhnlicher Temperatur und die im Eisschrank gehaltenen Kölbchen dagegen fast genau das gleiche Aussehen bewahrten, so ging ich bei meinen späteren Versuchen von der Anwendung verschiedener Temperaturen als unwesentlich ab und hielt die zu prüfenden Flüssigkeiten einfach bei Zimmertemperatur.

Bei der bacteriologischen Untersuchung der beiden von Herrn Geheimrath Koch mit Chloroform versetzten Blutserumproben zeigte sich, dass die eine steril war — und sie ist es auch jetzt noch —, während sich in der anderen grosse Mengen von Bacterien fanden, die jedoch nur zwei Arten angehörten. Es waren das ein ziemlich grosser Staphylococcus, der sich mit allen Anilinfarben gut färbte, auf der Platte in Gestalt von unregelmässig rundlichen, schwefelgelben Colonieen wuchs und die Gelatine

Tab[...]

Einwirkung des Chl[...]

	Chloroformzusatz	10	20	30	40	50	1	2	3	4	1	2
		Minuten					Stunden					
Coccus	1/4 Proc.	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	+ -
	1/2 „	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	± -
	3/4 „	++	+	+	±	±	±	±	±	—	—	—
	1 „	+	±	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Bacillus	1/4 „	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	- -
	1/2 „	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	- +
	3/4 „	+	+	±	±	±	±	±	—	—	—	—
	1 „	±	±	—	—	—	—	—	—	—	—	—

verflüssigte, und ein sehr kleiner, zierlicher, lebhaft beweglicher Bacillus, welcher keine Sporen bildete, sich gleichfalls mit den gebräuchlichen Anilinfarben gut färbte, auf der Gelatineplatte in der Tiefe in wetzsteinförmigen, graugelblich durchscheinenden, auf der Oberfläche in Form von unregelmässig begrenzten, an Porzellanschüppchen erinnernden Colonieen wuchs und die Gelatine nicht verflüssigte. Beide wurden in Reincultur gezüchtet.

Ich ging nun dazu über, zu versuchen, ob es nicht doch möglich sei, auch diese Bacterien durch Chloroform zu vernichten. Vielleicht war es dazu nur an der äussersten Grenze seiner Löslichkeit und in längerer Berührung mit den Bacterien im Stande. Ich füllte daher 10 sterilisirte Erlenmeyer'sche Kölbchen mit je 40 ccm frischen, nicht sterilisirten Blutserums, impfte 5 mit dem Coccus, die 5 anderen mit dem Bacillus und versetzte dann von jeder Reihe eins mit 0·1, eins mit 0·2, eins mit 0·3, eins mit 0·4 ccm Chloroform, was einem Gehalt von $^1/_4$, $^1/_2$, $^3/_4$ bezw. 1 Volumprocent entsprach; die beiden fünften Kölbchen blieben zur Controle von jedem Chloroformzusatz frei. Aus sämmtlichen Kölbchen wurden nach bestimmten Zeiträumen Proben mit geglühter Platinöse entnommen, in flüssige Nährgelatine gebracht und diese in Esmarch'sche Röllchen ausgerollt. Das Ergebniss dieser Versuchsreihe war, wie die nachstehende Tabelle Ia zeigt, recht überraschend.

Erklärung der Tabellen.

++ bedeutet sehr reichliches Wachsthum,
\+ „ reichliches Wachsthum,
± „ vermindertes Wachsthum,
— „ gar kein Wachsthum.

Blutserum-Bacterien.

5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
					Tagen								
·+	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
·+	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
·+	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
+	±	±	±	±	±	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Es zeigte sich also in der That, dass auch diese beiden Bacterien dem Chloroform bei geeigneter Behandlung unterlegen waren, und zwar der Bacillus durch $^1/_2$ Procent in 11 Tagen, der Coccus durch $^3/_4$ Procent in 4 Stunden. Da, wie schon oben erwähnt, Chloroform nur zu etwa 0·4 Procent in Blutserum löslich ist, so ergiebt sich, dass die ungesättigte Lösung beiden Mikroorganismen nichts anzuhaben vermochte, während sie in der gesättigten auf die Dauer nicht fortzuleben vermochten.

Mit diesem Ergebniss war aber die Thatsache in keiner Weise in Einklang zu bringen, dass beide Mikroorganismen in dem Kolben mit Blutserum, trotz des reichlichen Bodensatzes von ungelöst gebliebenem Chloroform, nicht nur vorhanden waren, sondern sich offenbar reichlich darin vermehrt hatten. Als einzige Erklärung für diese Thatsache konnte ich nur annehmen, dass ein winziger Sprung, den ich bei genauer Betrachtung am Halse des Kolbens entdeckte, dem Chloroform beständig zu verdunsten gestattete und so verhinderte, dass die Lösung die zur Bacterienvernichtung erforderliche Concentration hatte. Ob diese Annahme richtig oder nicht, musste sich leicht feststellen lassen. Gelang es, dieses Blutserum, in dem die Bacterien gediehen, noch beim Füllen in eine andere völlig unversehrte Flasche durch erneutes Durchschütteln mit Chloroform im Ueberschusse keimfrei zu machen, so war der Beweis für die Richtigkeit jener Annahme erbracht.

Ich füllte also am 10./VI. 89 das Blutserum aus dem Kolben in zwei kleinere um und fügte dem Kolben *a* kein neues Chloroform zu, während ich den Kolben *b* mit einer beträchtlichen Menge Chloroform durchschüttelte. Aus beiden entnahm ich dann nach 1 bezw. 8 Tagen Proben und legte dabei Platten (Original und 2 Verdünnungen) an. Das am 13./VI. beobachtete Bacterienwachsthum ist aus Tabelle Ib ersichtlich.

Tabelle Ib.

Einwirkung des Chloroforms im Ueberschuss auf die Blutserumbacterien.

		Originalplatte	I. Verdünnung	II. Verdünnung
Probe aus Kolben *a*	nach 24 Stunden 11./VI. 1889	++ Coccus u. Bacill.	++ Coccus u. Bacill.	200 Colonieen Coccus u. Bacill.
Probe aus Kolben *b*	nach 24 Stunden 11./VI. 1889	3 Col. des Coccus 1 „ „ Bacill.	2 Col. des Coccus 1 „ „ Bacill.	3 Col. des Coccus
	nach 8 Tagen 18./VI. 1889	—	—	—

Wie aus der vorstehenden Tabelle hervorgeht, gelang es in der That die in dem anfangs vergeblich mit Chloroform behandelten Kölbchen gewachsenen Keime schliesslich doch noch durch erneutes Durchschütteln

mit Chloroform zu sterilisiren. Wie ich mich vor wenigen Tagen überzeugt habe, ist dieses Blutserum auch jetzt noch, also nach $1^1/_2$ Jahren, völlig keimfrei geblieben. Dichtigkeit des Verschlusses, welche das Verdunsten des Chloroforms verhindert, ist also eine nothwendige Bedingung zu seiner Wirksamkeit.

Trotzdem es aber schliesslich gelungen war, dieses Resultat zu erreichen, so gehörten doch diese beiden Mikroorganismen zu denjenigen, die dem Chloroform einen recht beträchtlichen Widerstand entgegensetzten. Es kam mir nun darauf an, festzustellen, ob wohl die Zahl dieser chloroformwiderständigen Bacterien eine grosse, und wo dieselben hauptsächlich zu finden seien.

Zunächst wurde mehrmals frisches Blutserum, sowohl vom Berliner Schlacht- und Viehhof als aus der Berliner Albuminfabrik stammend, mit Chloroform im Ueberschuss versetzt und in verschiedenen Zeiträumen bacteriologisch untersucht, stets mit dem gleichen Ergebniss. Ein Liter solches Blutserum, am 18./III. 88 in dieser Weise behandelt und dann im Eisschrank aufbewahrt, zeigte sich stets bacterienfrei, z. B. noch am 11./VI. 89, also nach $^5/_4$ Jahren. Bei einem zweiten derartigen Versuch fanden sich nach 8 Tagen 14, nach einem Monat 4 Bacteriencolonieen auf einer mit 1 ^{ccm} von dem Blutserum gegossenen Gelatineplatte, Zahlen, die so gering sind, dass sie sehr wohl als in die zulässigen Fehlergrenzen fallend erachtet werden können. Die Einzelheiten dieses Versuches ergeben sich aus Tabelle II.

Tabelle II.
Einwirkung des Chloroforms auf frisches Blutserum.
(Zusatz von Chloroform im Ueberschuss.)

Aufbewahrt seit 24./VII. 88.	Platten von	24./VII. 1888	31./VII. 1888	28./VIII. 1888
im Eisschrank	1 ^{ccm}	unzählbar	14	4
desgl.	$^1/_2$ „	„	10	6
bei 15° C.	1 „	„	14	1
desgl.	$^1/_2$ „	„	13	7
im Brütschrank	1 „	„	10	8
desgl.	$^1/_2$ „	„	10	5

Bemerkenswerth ist, dass von einem solchen Blutserum, von dem ein Theil durch Zusatz von Chloroform conservirt worden war, ein anderer durch 6 Tage hindurch fortgesetztes täglich 6stündiges Erhitzen auf 56° nicht sterilisirt werden konnte: es war eine dichte Kahmhaut auf sämmtlichen Röhrchen gewachsen, die aus einem Bacillus und einem Coccus aus der Reihe der Globig'schen Bacterien bestand. Hier

hatte also das Chloroform sich in augenfälliger Weise als der fracti-
nirten Sterilisation überlegen gezeigt.

Es wurde nun eine Reihe von an Bacterien reichen Flüssigkeiten
darauf hin untersucht, ob unter diesen Bacterien chloroformwiderständige
sich befinden.

Ein Theil Spreewasser wurde mit 4 Theilen Blutserum gemischt
und 5 Kölbchen mit je 50 ccm dieser Mischung gefüllt. Diesen Kölbchen
wurde $^1/_8$, $^1/_4$, $^3/_8$ bezw. $^1/_2$ ccm Chloroform zugesetzt, was einem Gehalt
von $^1/_4$, $^1/_2$, $^3/_4$ bezw. 1 Volumprocent entsprach; das fünfte Kölbchen
blieb frei von Chloroform. Nach bestimmten Zeiträumen wurden aus
diesen Kölbchen Proben entnommen und Esmarch'sche Gelatine-R-
chen damit angelegt. Das Ergebniss dieses Versuchs war das folgende
(S. Tabelle III).

Spreewasser, das an der Kurfürstenbrücke entnommen war, wo
nach den bekannten Untersuchungen von Franck[1] so überaus reich
an Bacterien ist, war also durch einen Zusatz von $^1/_2$ Procent Chloroform
in 24 Stunden keimfrei gemacht worden.

Wie wesentlich abhängig die Wirksamkeit des Chloroforms von seiner
Löslichkeit ist, beweist die Wiederholung des vorstehenden Versuchs,
wobei jedoch das Spreewasser statt mit Blutserum mit Bouillon gemischt
wurde. Während das Blutserum nur 0·4 Volumprocent Chloroform löst,
löst Bouillon 0·5 Volumprocent, und daraus erklärt es sich jedenfalls,
dass das Chloroform in Bouillon früher und energischer auf die Bacterien
wirkt als im Blutserum. Das geht zur Genüge aus der Tabelle IV
hervor.

Zusatz von $^1/_2$ Procent Chloroform hatte also nicht einmal 24 Stunden
bedurft, um das so bacterienreiche Spreewasser keimfrei zu machen.

Aus Tabelle III und IV aber ergiebt sich gleichmässig, dass ein
Zusatz von 1 Volumprocent zum Spreewasser dasselbe in 30 Minuten
sterilisirt, eine für die Praxis in der That wohl zu beherzigende Thatsache.

Bei den folgenden Versuchen nahm ich auf die Temperatur Rück-
sicht, hauptsächlich, um zu sehen, ob das Chloroform auch gegenüber
den Globig'schen Bacterien wirksam sei. Ich bereitete von jeder zu
untersuchenden Flüssigkeit u. s. w. 4 Gemische mit Blutserum, [illegible]
denen ich eins in den Eisschrank bei 6° bis 8°, eins in das Laboratorium
bei 15° bis 18°, eins in den Brütschrank bei 36° und eins in den B[illegible]
serum-Sterilisirungsapparat bei 56° C. stellte.

40 ccm Blutserum, mit 10 ccm Wasser aus der Berliner Cana-
sation gemischt und mit Chloroform im Ueberschuss versetzt, waren am
4. Tage keimfrei; auch in Anaërobenculturen erfolgte kein Wachsthum.

[1] *Diese Zeitschrift.* 1888. Bd. III. S. 357—403.

Tabelle III.

Einwirkung des Chloroforms auf Spreewasserbacterien in Blutserum.

Chloroform-zusatz	Nach 10 Minuten	20	30	40	50	Nach 1 Stunden	2	Nach 1 Tagen	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1/4 Procent	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	+	±
1/2 „	++	++	++	++	++	++	+	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3/4 „	++	++	++	++	++	++	+	±	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1 „	++	++	++	++	++	+	±	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Tabelle IV.

Einwirkung des Chloroforms auf Spreewasserbacterien in Bouillon.

Chloroform-zusatz	Nach 10 Minuten	20	30	40	50	Nach 1 Stunden	2	Nach 1 Tagen	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1/4 Procent	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	+	+	+	±	—	—	—	—	—
1/2 „	++	++	++	++	++	+	±	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3/4 „	+	±	±	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1 „	+	±	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

40 ccm Blutserum, mit 10 ccm Abwasser aus einer Zuckerfabrik gemischt und mit Chloroform im Ueberschuss versetzt, waren gleichfalls am 4. Tage steril; auch in Anaërobenculturen war kein Wachsthum erfolgt.

40 ccm Blutserum, mit faulendem Blut geimpft und mit Chloroform im Ueberschuss versetzt, waren am 4. Tage keimfrei; doch wuchsen in Anaërobenculturen einige Colonieen eines verflüssigenden, sporenbildenden Bacillus.

40 ccm Blutserum, mit Menschenkoth vermischt und mit Chloroform im Ueberschuss versetzt, waren am 5. Tage keimfrei, auch in Anaërobenculturen.

Der Aufenthalt der Flüssigkeiten in den verschiedenen Temperaturen hatte keinen wesentlichen Unterschied hervorgebracht, nur erfolgte die Wirkung im Eisschrank etwas langsamer; jedenfalls hatten die etwa in den Flüssigkeiten vorhandenen Globig'schen Bacterien dem Chloroform ebenso wenig widerstanden wie die anderen.

Bekanntlich ist die Gartenrede sehr reich an äusserst widerstandsfähigen Sporen. Es lag nahe, auch sie in das Bereich der Untersuchungen zu ziehen.

Am 26./V. 88 wurden 9 sterilisirte Erlenmeyer'sche Kölbchen mit je 40 ccm frischen unsterilisirten Blutserums gefüllt und mit einer kleinen Messerspitze Gartenerde versetzt. Je 3 wurden dann mit 0·1 bezw. 0·2 ccm Chloroform gemischt bezw. ohne Chloroformzusatz gelassen. Von jeder dieser 3 Reihen wurde das eine Kölbchen im Eisschrank, das zweite in gewöhnlicher Temperatur, das dritte im Brütschrank gelassen. Am 2./VI. wurden von sämmtlichen 9 Kölbchen Platten gegossen. Die Zahl der auf den Platten gewachsenen Colonieen geht aus folgender Tabelle Va hervor.

Tabelle Va.
Einwirkung des Chloroforms auf Gartenerde in Blutserum.

Aufbewahrt	Platte	Kein $CHCl_3$	$^1/_4$ Procent $CHCl_3$	$^1/_2$ Procent $CHCl_3$
im Eisschrank	Original	60000	16	11
	I. Verdünnung	4320	2	1
	II. "	5	?	2
bei 15° C.	Original	324000	18	24965
	I. Verdünnung	20225	10	560
	II. "	1920	9	57
im Brütschrank	Original	—	84	15
	I. Verdünnung	—	9	6
	II. "	—	4	4

Also in 7 Tagen hatte ein Zusatz selbst von $^1/_2$ Procent Chloroform zum Blutserum die demselben zugesetzten Bacterienkeime nicht vernichtet.

Am 5./I. 89, also nach 7 Monaten, waren die Kölbchen, die keinen Chloroformzusatz erhalten hatten, sämmtlich ausgefault; die mit Chloroformzusatz dagegen hatten sich vorzüglich gehalten. Auf den am 5./I. 89 davon gegossenen Platten wuchsen nur wenige Colonieen, wie auf Tabelle Vb ersichtlich gemacht.

Tabelle Vb.

Einwirkung des Chloroforms auf Gartenerde in Blutserum.

Aufbewahrt	Platte	Kein $CHCl_3$	$^1/_4$ Procent $CHCl_3$	$^1/_2$ Procent $CHCl_3$
im Eisschrank	Orignal	—	56	1
bei 15° C.	„	—	240	[illegible]
im Brütschrank	„	—	?	0

Die Deutung dieses Ergebnisses ist nicht schwierig. In dem Kölbchen mit $^1/_4$ Procent Chloroform hatte in den 7 Monaten offenbar eine, wenn auch geringe Vermehrung der Bacterien stattgefunden; in den Kölbchen mit $^1/_2$ Procent dagegen waren sie in dieser Zeit doch noch zu Grunde gegangen. Wie soll man sich das erklären? Wir werden später auf diesen höchst bemerkenswerthen Versuch zurückkommen.

Versuche mit Erde machte ich noch mehrere, von denen ich nur den folgenden anführen will. Am 5./VI. 89 wurden 4 Kölbchen mit je 40 ccm frischen, unsterilisirten Blutserums mit Gartenerde gemischt und mit Chloroform im Ueberschuss versetzt, je eines bei 6°, 15°, 36° und 56° aufbewahrt, und aus allen vier in bestimmten Zwischenräumen Esmarch'sche Röllchen angefertigt. Folgendes war das Ergebniss. (S. Tabelle Vc.)

Tabelle Vc.

Einwirkung des Chloroforms im Ueberschuss auf Gartenerde.

Aufbewahrt	Colonieen nach 2 Tagen	3	4	12	22
im Eisschrank	26	14	17	7	25
bei 15° C.	100	10	11	5	5
im Brütschrank	150	13	14	33	14
bei 56° C.	300	250	200	30	14

Auch dieser Versuch zeigt, dass die Bacterien der Gartenerde sehr widerstandsfähig sind gegen das Chloroform, dass jedoch auch sie, und zumal die so zahlreichen Globig'schen, unter der Einwirkung des Chloroforms eine, wenn auch langsame, so doch stetige Abnahme erfahren. Hätte ich, was leider nicht möglich war, diesen Versuch ebenso lange fortsetzen können, wie den vorher beschriebenen, so würde, wie ich nicht zweifle, auch hier schliesslich völlige Keimfreiheit erzielt worden sein, aber auch erst voraussichtlich in Monaten!

Aus diesen Colonieen konnte ich 9 verschiedene Mikroorganismen in Reincultur züchten, sämmtlich Bacillen, von denen 4 beweglich, 5 unbeweglich waren, 6 die Gelatine verflüssigten, 3 dagegen nicht, und die sämmtlich Sporen bildeten.

Dieser letztere Umstand giebt den Schlüssel für das merkwürdige Verhalten des Chloroforms gegenüber der Gartenerde. Ihr reicher Gehalt an widerstandsfähigen Sporen ist vielleicht die Veranlassung ihrer schweren Desinficirbarkeit durch Chloroform. Dass dieses endlich aber doch ihrer Herr wird, kommt daher, dass allmählich die Sporen zu Bacillen auswachsen, die dann rettungslos der Wirkung des Chloroforms anheimfallen. Je günstiger die Temperatur, um so eher geht dieses Auswachsen vor sich, um so eher wird also auch das Chloroform seine Wirksamkeit entfalten. Dass diese Auffassung keine blosse Idee ist, sondern auf Thatsachen beruht, wird sich im Verlaufe der Untersuchung zeigen.

Hier ist der Ort, nochmals anf die Versuche mit der Milch zurückzukommen, die ich, wie Eingangs erwähnt, durch Chloroformzusatz Monate hindurch conserviren konnte. Die bacteriologische Untersuchung dieser Milch zeigte, dass auch in ihr chloroformwiderstandsfähige Mikroorganismen vorhanden waren, und dass die durch das Chloroform „conservirte“ Milch also durchaus nicht keimfrei geworden war. Ein derartiger Versuch mag des Genaueren angeführt sein.

Am 2./VI. 88 wurden 9 sterilisirte Erlenmeyer'sche Kölbchen mit je 50 ccm frischer Milch gefüllt und je drei mit 0·5 und 0·25 ccm, bezw. keinem Chloroform versetzt. Von jeder dieser drei Reihen wurde je ein Kölbchen im Eisschrank, bei Zimmertemperatur und im Brütschrank aufbewahrt.

Am 7./VII. 88 wurden von sämmtlichen Kölbchen Platten gegossen nach Einbringung von einer Platinöse Milch in ein Röhrchen verflüssigter Gelatine und Anlegung von zwei Verdünnungen. Am 10./VII. wurden die gewachsenen Colonieen gezählt. (S. Tabelle VIa.)

Es hatte also in den 35 Tagen der Einwirkung eine entschiedene Abnahme der Bacterien in der Milch stattgefunden, von einer Sterilisirung konnte aber keine Rede sein. Die meisten Colonieen gehörten

Tabelle VIa.

Einwirkung des Chloroforms auf Milchbacterien.

Aufbewahrt	Platte	Kein $CHCl_3$	$^1/_2$ Procent $CHCl_3$	1 Procent $CHCl_3$
im Eisschrank	Original	unzählbar	9450	?
	I. Verdünnung	„	26	4
	II. „	„	10	1
bei 15° C.	Original	„	880	89
	I. Verdünnung	„	16	23
	II. „	„	11	11
im Brütschrank	Original	„	10	25
	I. Verdünnung	„	4	10
	II. „	„	5	1

einem unbeweglichen Bacillus an, welcher Sporen bildete, die Gelatine nicht verflüssigte und in der Tiefe rundliche, auf der Oberfläche unregelmässig begrenzte Colonieen bildete; die Minderzahl der Colonieen war von einem gleichfalls unbeweglichen und Sporen bildenden, jedoch die Gelatine verflüssigenden Bacillus gebildet, der ebenso wie jener die Neigung hatte, zu längeren Verbänden auszuwachsen. Dieselben waren, wie schon aus der alkalischen Reaction, die die Milch zeigte, zu schliessen gewesen wäre, mit den Bacillen der Milch- bezw. der Buttersäuregährung nicht identisch.

Am 30./X. 88, also nach 4 Monaten und 28 Tagen, wurden auf's Neue Platten gegossen, doch nur von den mit Chloroform versetzten Kölbchen, da die übrigen ausgefault waren. Diesmal wurde nicht eine Platinöse genommen und Verdünnungen angelegt, sondern die Platten wurden mit 1, $^1/_2$ bezw. $^1/_{10}$ ccm Milch gemacht. Am 2./II. wurden die gewachsenen Colonieen gezählt. (S. Tabelle VIb.)

Tabelle VIb.

Einwirkung des Chloroforms auf Milchbacterien.

Aufbewahrt	Platten von	$^1/_2$ Procent $CHCl_3$	1 Procent $CHCl_3$
im Eisschrank	1 ccm	2800	792
	$^1/_2$ „	2720	693
	$^1/_{10}$ „	2430	390
bei 15° C.	1 „	200	36
	$^1/_2$ „	110	16
	$^1/_{10}$ „	26	12
im Brütschrank	1 „	18	44
	$^1/_2$ „	9	22
	$^1/_{10}$ „	5	16

Offenbar hatte eine ganz bedeutende Abnahme der Bacterien stattgefunden, namentlich in den im Brütschrank aufbewahrten Kölbchen, von denen das mit $^1/_2$ Procent Chloroform nur noch zwischen 18 und 50, das mit 1 Procent nur noch zwischen 44 und 160 Keime im Cubikcentimeter enthielt. Aber Keimfreiheit war auch nach fast 5 Monaten nicht erreicht, nur die Gährung und Fäulniss verhindert worden.

Auch dieser Versuch aber beweist meiner Ansicht nach die Bedeutung der Temperatur für die Wirksamkeit des Chloroforms. Im Eisschrank, wo die Sporen nicht die geeignete Temperatur zum Auskeimen finden, hält sich der Bacteriengehalt länger hoch als bei der Temperatur von 15° C. und gar bei derjenigen von 36° bis 37°, wo die Sporen verhältnissmässig viel schneller zu Bacterien auswachsen, die dann unverzüglich der Einwirkung des Chloroforms zum Opfer fallen. Nur so kann ich mir die Thatsache erklären, dass die durch $^1/_2$ ccm Chloroform conservirte Milch im Eisschrank zwischen 2800 und 24300, bei Zimmertemperatur zwischen 200 und 260, im Brütschrank zwischen 18 und 50 Keime in 1 ccm enthielt, und dass sich in der durch 1 Procent Chloroform conservirten Milch im Eisschrank zwischen 792 und 3900, bei Zimmertemperatur zwischen 36 und 120, im Brütschrank zwischen 44 und 160 Bacterienkeime in 1 ccm fanden. Die Unterschiede in der Löslichkeit des Chloroforms bei verschiedenen Temperaturen sind dagegen zu unbedeutend, um diese bedeutenden Verschiedenheiten in seiner Wirkung erklären zu können.

Da das Blutserum, das der Ausgangspunkt meiner Untersuchungen gewesen war, vom Rinde stammte, so lag der Gedanke nahe, dass jene Bacterien, die doch offenbar während des Schlachtens hineingelangt waren, in der Umgebung des Rindes zu finden sein möchten. Ich liess mir daher vom Centralviehhof Rinderkoth und Rinderhaare kommen, brachte von jedem etwas in je 4 Kölbchen mit 40 ccm Blutserum, setzte Chloroform im Ueberschuss hinzu und verfuhr dann in der schon mehrfach angegebenen Weise.

Zuvor hatte ich mich durch das Anlegen von Platten von dem wahrhaft enormen Bacteriengehalt dieser Substanzen überzeugt.

Der Sterilisirungsversuch der Rinderhaare hatte folgendes Ergebniss. (S. Tabelle VII.)

Die Colonieen, die auf den Platten von Rinderhaar, mit Chloroform behandelt, wuchsen, gehörten 4 Bacillen und 1 Coccus an. Alle 5 verflüssigten die Gelatine, von den Bacillen waren 2 beweglich, 2 unbeweglich, alle 4 bildeten Sporen. Leider konnte auch dieser Versuch nicht weiter fortgesetzt werden. Anaërobenculturen, welche am 9. Tage aus allen 4 Kölbchen angelegt wurden, blieben steril.

Tabelle VII.
Einwirkung des Chloroforms im Ueberschuss auf Rinderhaare.

Aufbewahrt	Colonieen nach			
	1 Tag	2 Tagen	3 Tagen	9 Tagen
im Eisschrank	++	400	15	60
bei 15° C.	6	3	4	2
im Brütschrank	3	4	2	3
bei 56° C.	5	1	—	2

Ebenso wenig wie die Rinderhaare gelang es, Rinderkoth in 9 Tagen durch Chloroform keimfrei zu machen. Es wuchsen auf den Platten 3 verschiedene Bacillen, welche sämmtlich Sporen bildeten und beweglich waren, von denen jedoch nur einer die Gelatine verflüssigte. Alle 3 waren sehr klein und erinnerten an die menschlichen Fäcesbacillen in Gestalt und Wachsthum.

Nachdem ich so gefunden hatte, dass es sich bei den chloroformwiderständigen Mikroorganismen zumeist um Sporen handelte, während die sporenfreien Mikroorganismen diesem Mittel meist sehr schnell unterlagen, konnte ich dazu übergehen, einige der bekannten Mikroorganismen, besonders aus der Reihe der pathogenen, auf ihr Verhalten gegen das Chloroform zu prüfen.

Hierzu wählte ich zunächst zwei durch ihre Farbstoffbildung sich am Besten bemerkbar machende, nämlich den Bacillus prodigiosus und die Sarcina aurantiaca. Sterilisirte Seidenfäden wurden mit einer wässerigen Aufschwemmung von Kartoffelculturen dieser Mikroorganismen imprägnirt, im Exsiccator getrocknet und hierauf theils in reines Chloroform, theils in gesättigte wässrige Chloroformlösung („Chloroformwasser") gelegt. Nach verschiedenen Zeiträumen wurden Fäden mit sterilisirter Pincette herausgenommen, in destillirtem sterilisirten Wasser gründlich abgespült, in verflüssigte Nährgelatine gebracht, und diese zu Esmarch'schen Röllchen ausgerollt.

Reines Chloroform übt sowohl auf den B. prodigiosus als auf die orange Sarcine selbst innerhalb 3 Stunden keine Wirkung aus. Durch Chloroformwasser wurde der Bacillus prodigiosus schon innerhalb 48 Stunden vernichtet, die orange Sarcine dagegen selbst innerhalb von 18 Tagen nicht angegriffen.

Nunmehr ging ich zu pathogenen Mikroorganismen über.

Sporenfreie Milzbrandfäden in Blutserum wurden durch 1 Proc. Chloroform in annähernd 30, in Bouillon durch $^1/_4$ Procent Chloroform schon in weniger als 10 Minuten getödtet. Seidenfäden mit angetrockneten Milzbrandsporen gelang es mir jedoch weder durch reines Chloro-

form noch durch Chloroformwasser auch bei wochenlanger Einwirkung nicht keimfrei zu machen oder auch nur ihre Virulenz abzuschwächen, wie nach den Untersuchungen von R. Koch ja auch nicht anders zu erwarten war.

Sehr viel wirksamer erwies sich dagegen das Chloroform gegenüber dem Staphylococcus pyogenes aureus, den ich zu meinen Untersuchungen wählte nicht allein mit Rücksicht auf seine Bedeutung als einer der wichtigsten Erreger der Eiterung, sondern auch wegen seiner bekannten nicht geringen Widerstandsfähigkeit gegen Desinficientien. Ein solcher Versuch verlief folgendermassen.

Es wurden am 18./II. 88 fünf Erlenmeyer'sche Kölbchen mit je 40 ccm frischen unsterilisirten Blutserums gefüllt und mit 0·1, 0·2, 0·3 bezw. 0·4 ccm, d. h. mit 1/4, 1/2, 3/4 bezw. 1 Volumprocent Chloroform versetzt, während das fünfte zur Controle keinen Chloroformzusatz erhielt. Alle 5 waren vorher mit einer frischen Agarcultur von St. pyog. aur. geimpft worden. Es wurden dann in verschiedenen Zeiträumen Rollröhrchen gemacht, in denen das Wachsthum sich wie folgt gestaltete. (S. Tabelle VIII.)

Tabelle VIII.

Einwirkung des Chloroforms auf Staphylococcus pyogenes aureus.

Chloroform-zusatz	Nach 10 Minuten	20	30	40	50	60	Nach 1 Tagen	2	3	4	5	6	7	8	
1/4 Procent	++	++	++	++	++	++	+	+	±	±	±	–	–	–	–
1/2 „	++	+	+	+	±	±	–	–	–	–	–	–	–	–	–
3/4 „	+	–	–	±	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
1 „	+	±	±	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

In Blutserum mit nur 1/4 Procent Chloroform ging also der St. pyog. aur. in weniger als 6 Tagen, in Blutserum mit 1/2 Procent in etwas mehr als 1 Stunde, in Blutserum mit einem Ueberschuss von Chloroform in weniger als 40 Minuten zu Grunde. Nach dem Verhalten der übrigen Mikroorganismen dürfen wir annehmen, dass der Eitererreger durch wässrige Chloroformlösungen in sehr viel kürzerer Zeit vernichtet wird.

Bei der geringen Widerstandsfähigkeit des Bacillus der Cholera asiatica gegen chemische Agentien durfte man erwarten, dass er auch dem Chloroform sehr schnell erliegen würde. Diese Annahme wurde vollkommen bestätigt, wie aus folgenden beiden Versuchen hervorgeht.

Am 22./II. 89 wurden fünf Erlenmeyer'sche Kölbchen mit je 40 ccm Bouillon gefüllt und mit einer frischen Bouilloncultur von Chlolerabacillen geimpft. Dann wurden 0·1, 0·2, 0·3, 0·4, dem fünften gar kein

Tabelle IXa.

Einwirkung des Chloroforms auf den Bacillus der Cholera asiatica.

Chloroform-zusatz	Nach 10 Minuten	20	30	40	50	60	Nach 1 Tagen	2	3	4	5	6	7
0	+	+	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
1/4 Procent	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1/2 „	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3/4 „	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1 „	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Tabelle IXb.

Einwirkung des Chloroforms auf den Bacillus der Cholera asiatica.

Chloroform-zusatz	Nach 1/2 Minuten	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	20	30	40	50	60	Nach 1 Tagen	2	3	4	5
0	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
1/4 Procent	+	+	+	+	+	±	—	±	±	±	±	±	±	±	±	—	—	—	—	—	—
1/2 „	±	±	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3/4 „	±	±	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1 „	±	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Chloroform zugesetzt, und nach bestimmten Zeiträumen Rollröhrchen gemacht mit folgendem Resultat. (S. Tabelle IX a.)

Also schon $^1/_4$ Procent Chloroform hatte den Cholerabacillus in weniger als 10 Minuten vernichtet.

Noch besser wird die Wirksamkeit des Chloroforms durch folgenden Versuch gezeigt.

Am 2./III. 89 wurden fünf Erlenmeyer'sche Kölbchen mit je 40 ccm Bouillon gefüllt, mit einer frischen Bouilloncultur von Cholerabacillen geimpft und für 24 Stunden in den Brütschrank gestellt. Wie durch die Untersuchung im hängenden Tropfen festgestellt wurde, war es in allen Kölbchen zu einer colossalen Vermehrung der Bacillen gekommen. Nun wurden den Kölbchen 0·1, 0·2, 0·3, 0·4 ccm bezw. kein Chloroform zugesetzt und dann in der üblichen Weise zum Anlegen von Rollröhrchen geschritten. Das Ergebniss dieses Versuches weicht von dem vorigen etwas ab. $^1/_4$ Procent Chloroform vermochte diese so kräftige Choleracultur erst in 60 Minuten zu vernichten, $^1/_2$ Procent aber hatte diese Wirkung schon in nicht ganz 2, 1 Procent gar in weniger als einer Minute. Das Nähere geht aus der vorstehenden Tabelle IX b hervor.

Gesättigte Lösungen von Chloroform sind also im Stande, selbst Massenculturen von Cholerabacillen in etwas mehr als $^1/_2$ Minute keimfrei zu machen.

Nicht so energisch, aber gleichfalls unverkennbar ist die Wirkung des Chloroforms gegenüber dem Bacillus des Typhus abdominalis. 3 Kölbchen mit je 50 ccm Bouillon wurden am 2./II. 89 mit einer frischen Bouilloncultur des Typhusbacillus geimpft und dann mit 0·5, 0·25 bezw. gar nicht mit Chloroform versetzt. In dem letzten Kölbchen kam es zu einer üppigen Entwickelung der Bacillen, die nach einer Stunde aus den beiden anderen Kölbchen mit $^1/_2$ bezw. 1 Procent Chloroform geimpften Rollröhrchen blieben steril. Ob die Einwirkung des Chloroforms auf den Typhusbacillus nicht schon vor Ablauf einer Stunde erfolgt, habe ich nicht festgestellt, halte es jedoch für wahrscheinlich.

Ebenso wie die Typhusbacillen wurden frische Bouillonculturen von Bacillus subtilis, Bacterium Zopfii, Wurzelbacillus vor Ablauf einer Stunde durch einen Zusatz von $^1/_2$ Volumprocent Chloroform keimfrei gemacht; die Culturen hatten, wie vorher durch die mikroskopische Untersuchung festgestellt war, keine Sporen enthalten. Die Sporen des Heubacillus konnten, wie sich bei der Behandlung der Gartenerde, in der sie sich ziemlich zahlreich fanden, herausstellte, mit Chloroform nicht vernichtet werden.

Bemerkenswerth ist die Angabe von Kitasato,[1] dass es ihm nicht gelang, eine 3 Tage alte, sporenhaltige Bouilloncultur des Tetanusbacillus durch zweitägige Behandlung mit 10 Volumprocent Chloroform zu vernichten, ja nicht einmal ihrer Virulenz zu berauben.

Fasse ich die Ergebnisse meiner Untersuchungen zusammen, so sind dieselben die folgenden.

1. Das Chloroform entfaltet eine nicht unbeträchtliche Wirksamkeit gegenüber einer grossen Anzahl von Bacterien, vermag dagegen den Sporen der Mehrzahl derselben nichts anzuhaben. Unter den pathogenen Bacterien werden der Milzbrand-, Cholera- und Typhusbacillus, sowie der Staphylococcus pyogenes aureus durch das Chloroform sehr schnell, die Milzbrand- und Tetanussporen dagegen auch nach längerer Einwirkung nicht vernichtet.

2. Das Chloroform wirkt auf die Sporen nicht einmal entwickelungshemmend. Bei geeigneter Temperatur wachsen diese trotz der Gegenwart des Chloroforms zu Bacterien aus und fallen dann der Einwirkung des Chloroforms anheim. Es wird daher bei längeren Zeiträumen der Bacteriengehalt auch sporenhaltiger Substanzen durch das Chloroform vermindert.

3. Das Chloroform ist daher kein Desinfectionsmittel im strengeren Sinne des Wortes, wohl aber ein sehr werthvolles Antisepticum und sehr geeignet zur Conservirung eiweissreicher Substanzen, da es die Gährung und Fäulniss hintanhält.

4. In Wirksamkeit tritt das Chloroform nicht in ungelöstem Zustande, sondern in gesättigten Lösungen und bei sorgfältiger Hinderung der Verdunstung.

Hieraus ergeben sich zwanglos die Gelegenheiten, bei denen eine Verwerthung der bacterienvernichtenden Eigenschaften des Chloroforms sich empfehlen würde.

Vor Allem empfiehlt sich die Sterilisirung des Blutserums durch Zusatz von Chloroform im Ueberschuss, da es sich leicht aus demselben entfernen lässt, die Zusammensetzung und Gerinnbarkeit desselben nicht wesentlich ändert und seine Verwendbarkeit als Nährboden für Bacterien nicht beeinträchtigt. Es verdient den Vorzug vor der fractionirten Sterilisation, weil es auch die Globig'schen Bacterien vernichtet. Um ganz sicher zu gehen, könnte man das mit Chloroform conservirte Blutserum vor dem Erstarrenlassen noch einige Tage lang für einige Stunden täglich der Temperatur von 56° C. aussetzen. Die Verbindung des Chloroforms

---

[1] *Diese Zeitschrift.* Bd. VII. 1889. S. 230.

mit derjenigen der Kälte (Conservirung im Eisschrank) ist dagegen nicht zu empfehlen, das Blutserum vielmehr am Besten bei gewöhnlicher Temperatur zu halten.

Die schnelle und energische Wirkung des Chloroforms auf die Typhus- und Cholerabacterien ist von hervorragender hygienischer Bedeutung. Denn es hat vor anderen wirksamen Desinfectionsmitteln den Vorzug, nach geschehener Wirkung sich zu verflüchtigen. Behandlung der Leibwäsche, der Ausleerungen, Abwaschen der Hände, Tische, Gebrauchsgegenstände mit Chloroformwasser würden bei Typhus- und Cholera-Epidemieen von Vortheil sein. Auch die Milch und das Trinkwasser aus verdächtigen Brunnen würden durch einen Chloroformzusatz bis zur Sättigung ($^1/_2$ Proc. jedenfalls von den etwa darin befindlichen Typhus- und Cholerakeimen sicher befreit werden, ohne an ihrer Geniessbarkeit einzubüssen. Jedenfalls würde das Auswaschen der Melkeimer mit Chloroformwasser unbedenklich sein und gewiss manche Uebertragung von Typhus oder Cholera verhüten, die beim Ausspülen mit Wasser aus verdächtigen Brunnen erfolgt.

Für die Armee ist die Frage der Verbesserung verdächtigen Trinkwassers auf Märschen und in Cantonnements von der allergrössten Bedeutung. Verdächtige Brunnen zu schliessen oder zu vermeiden, wie in der Garnison, ist dort nicht immer möglich. Nur zu oft muss das Wasser genossen werden so wie es sich eben bietet. Gründliches Kochen tödtet ja die verdächtigen Keime sicher; aber wer wollte dem durch Märsche und Anstrengungen aller Art erschöpften Soldaten zumuthen, abgekochtes Wasser zu geniessen? Nach den Untersuchungen von Lüderitz[1] gehen im Kaffeeaufguss (10 Procent) Typhusbacillen in 1 bis 3 Tagen, Cholerabacillen in 3 bis 4 Stunden zu Grunde. Mit Recht wird ja der Kaffee den Mannschaften zum Füllen der Feldflasche statt des auf Märschen schwächenden Branntweins empfohlen. Allein angenommen, der Kaffee wird in die mit typhus- oder choleraverdächtigem Wasser ausgespülte Feldflasche gefüllt, so werden die auf diese Weise in den Kaffee gelangten Keime bis zu dem Zeitpunkt, wo der Kaffee getrunken wird, nicht vernichtet. Das Chloroformwasser ist dem Kaffee in seiner Wirkung ganz riesig überlegen. Es fragt sich nur, ob der Zusatz desselben zum Trinkwasser nicht zu theuer oder gar gesundheitsgefährlich ist. Beides möchte ich bezweifeln. Nimmt man den Verbrauch an Trinkwasser zu $^1/_2$ Liter pro Kopf und Tag an, so würden 2·5 ^{ccm} = 3·75 ^{grm} Chloroform pro Kopf und Tag genügen, um die Armee vor Ansteckung mit Typhus und Cholera durch das Trinkwasser zu bewahren. Seine Verwendung würde natürlich nur in verseuchten Gegenden eintreten und jedenfalls rationeller sein, als

[1] *Diese Zeitschrift.* 1889. Bd. VII. S. 248. 252.

die Verabfolgung von Thee und Zucker oder von Citronensäure an die Truppen, welche jetzt zur Verbesserung verdächtigen Trinkwassers vorgeschrieben sind.

Zur Desinfection von Ausleerungen Typhus- oder Cholerakranker würde dagegen das Chloroform entschieden zu kostspielig sein und hierbei auch um so weniger in Frage kommen, als wir nach den Untersuchungen von Pfuhl[1] in der Kalkmilch ein ebenso billiges wie sicheres Desinfectionsmittel für diesen Zweck besitzen.

Die Wirkung des Chloroforms auf die Typhus- und Cholerabacterien und die Möglichkeit der Desinfection menschlicher Fäces durch Chloroform, die ich erzielte, lassen den Vorschlag Salkowski's, mit dem Chloroform therapeutische Versuche zu machen, als in hohem Grade beherzigenswerth erscheinen. Ich bin fest überzeugt, dass bei innerlicher Anwendung des Chloroformwassers, sei es per os oder im Klysma, die Sommerdiarrhöen der Kinder, die Jahr aus Jahr ein eine so bedenkliche Sterblichkeit unter denselben veranlassen, einen sehr viel besseren Verlauf nehmen würden. Die Gabe, die dem Menschen ungestraft einverleibt werden kann, ist bekanntlich individuell sehr verschieden. Ich konnte einem Meerschweinchen kurz hintereinander 15 ^{ccm} Chloroformwasser, d. h. 0·075 ^{ccm} oder 0·1125 ^{grm} reines Chloroform beibringen, ohne dass es verendete, was bei einem Gewicht von 336 ^{grm} einer Menge von $^1/_{2987}$ des Körpergewichts entspricht. Berechnet man die entsprechende Menge Chloroform für einen Menschen von 70 ^{kgrm} Körpergewicht, so würde diese 23·4 ^{grm} oder 35·1 ^{ccm} betragen, was einer Menge von 7 Litern Chloroformwasser entsprechen würde. Aber schon zu recht hohen Eingiessungen würde ein einziges Liter genügen.

Es sollte daher die zulässige Gabe des Chloroforms für Erwachsene und Kinder durch klinische Versuche auf's Neue festgestellt, und der von Salkowski gemachte Vorschlag der Verwendung desselben bei Cholera nostras und namentlich bei der asiatischen Cholera wohl beherzigt werden. Die Wirksamkeit des Chloroforms bei Cholera durch Thierversuche zu prüfen, bin ich noch beschäftigt, doch kann ich das Ergebniss derselben augenblicklich noch nicht übersehen. Schon der vergebliche Versuch Salkowski's, den Darm des lebenden Hundes durch Chloroformwasser zu sterilisiren, spricht jedenfalls dafür, dass die Chlolerabacillen im Körper des Kranken dem Chloroform nicht so leicht zum Opfer fallen werden, wie das beim Laboratoriumsversuch im Reagensglase der Fall ist.

Der Verwendung des Chloroforms zu Zwecken der Wundbehandlung redet Salkowski weniger das Wort. Allein auch hierzu scheint es mir

[1] *Diese Zeitschrift.* Bd. VI. S. 97—104. Bd. VII. S. 363—378.

wegen der von mir nachgewiesenen recht energischen Wirksamkeit gegenüber dem Staphylococcus pyogenes aureus durchaus geeignet, wenn auch seine Machtlosigkeit gegenüber den Tetanussporen seinen Werth entschieden herabsetzt. Allein diese letzteren sind ja nicht so verbreitet, dass nicht die Verwendung gewöhnlichen Wassers mit $^1/_2$ Volumprocent Chloroform zum Reinigen der Haut und zum Abspülen von Wunden als zulässig erscheinen sollte, zumal in Fällen, wo die üblichen Sublimat- oder Carbollösungen nicht zur Hand sind, oder ihre Anwendung contraindicirt ist. Für die geburtshülfliche und gynäkologische Praxis, aus der die zahlreichen bedenklichen Erfahrungen mit dem Sublimat dieses Mittel mit Recht fast ganz verdrängt haben, würden sich meines Erachtens Versuche mit der Verwendung des Chloroformwassers zu Scheiden- und Uterus-Ausspülungen ganz besonders empfehlen.

Auch die Verwendung des Chloroformwassers als Mundwasser muss um so dringender empfohlen werden, je mehr sich die Fälle häufen, in denen es gelingt, pathogene Mikroorganismen — Pneumoniekokken, Diphtheriebacillen u. a. m. — in der Mundhöhle von gesunden Menschen nachzuweisen.

Am Schlusse meiner Arbeit ist es für mich eine angenehme Pflicht, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Geheimrath Dr. R. Koch, für die Anregung zu derselben und die mannigfachen werthvollen Rathschläge, die er mir im Verlauf der Untersuchungen ertheilte, meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.

[Aus dem hygienischen Institut zu Giessen.]

Ein Beitrag zu den Culturmethoden der Anaëroben.

Von

Dr. **Michael Nikiforoff.**

Es ist eine wohlbekannte Thatsache, dass die Unzulänglichkeit unserer Kenntniss der anaëroben Bacterien im Vergleich zu derjenigen der aëroben grösstentheils auf der Schwierigkeit der Züchtungsmethoden der Anaëroben beruht, da die hierfür angegebenen Methoden meist complicirt oder unvollkommen sind. Im Folgenden möchte ich einige Züchtungsmethoden der Anaëroben, die sich sowohl ihrer Einfachheit als auch ihrer Leistungsfähigkeit wegen als praktisch gut verwendbar erwiesen haben, vorschlagen.

I. Die Cultivirung der Anaëroben im hängenden Tröpfchen.

Die zuerst von Buchner vorgeschlagene Anwendung alkalischer Pyrogallussäure zur Cultivirung der Anaëroben lässt sehr bequem eine Cultur der Anaëroben im hängenden Tröpfchen vornehmen. Am einfachsten lässt sich ein solches hängendes Tröpfchen dann vorbereiten, wenn man eine Cultivirung bei Zimmertemperatur vornehmen will, weil man dazu einen gewöhnlichen hohlgeschliffenen Objectträger anwenden kann. Man bestreicht die Ränder des Ausschliffs mit Vaseline, bringt ein Tröpfchen Bouillon auf das Deckgläschen, inficirt mit Bacterien und legt das Deckgläschen derart auf den Objectträger, dass die Vertiefung nicht ganz vom Deckgläschen verschlossen wird. Nachdem das Deckgläschen überall (mit Ausnahme dieses einen Randes) dicht der Vaseline anliegt, taucht man eine Platinöse in starke wässrige Pyrogallussäurelösung ein und bringt ein Tröpfchen der letzteren unter das Deckgläschen, indem man mit der Oese die zwischen dem Rande des Deckgläschens und demjenigen des Aus-

schliffs frei gelassene Stelle betupft; es verbreitet sich dann durch Capillarität das Tröpfchen als dünner Halbring da, wo Deckgläschen und Ausschliff sich berühren. Nach der Pyrogallussäure bringt man in derselben Weise, aber von der entgegengesetzten Seite des Deckgläschens her, nachdem man dasselbe genügend weit verschoben hat, ein Tröpfchen Kalilösung ein. Nachdem beide Reagentien vorsichtig eingeführt sind, verschiebt man das Deckgläschen soweit, bis es jetzt nach gewöhnlicher Weise den Ausschliff des Objectträgers vollständig schliesst. Während dieser Verschiebung oder nach leichter Neigung des Präparates mischen sich beide Reagentien mit einander und bleiben, wenn die Grösse der Platinöse passend ausgewählt war, nur an der Berührungsstelle beider Gläser durch Capillarität hängen, ohne das Bouillontröpfchen zu berühren. Das letztere hängt in der Mitte des Deckgläschens, von den Reagentien durch einen ziemlich grossen Raum getrennt. Die Pyrogallussäure mit Alkali gemischt beginnt alsbald den Sauerstoff des inneren Raumes zu absorbiren und nimmt ein bräunliches Colorit an. Dass die eingeführte Menge der Reagentien vollständig zur Sauerstoffabsorption im Präparate genügt, lässt sich sehr einfach beweisen, wenn man nach einiger Zeit das Deckgläschen so weit zur Seite schiebt, bis Luft in den Ausschliff eintreten kann. Dann bemerkt man, dass, nachdem die Luft in die kleine Kammer mit Gewalt eingeströmt ist, die Pyrogallussäure schnell tief schwarz wird.

Trotz ihrer Einfachheit hat eine solche Cultur wichtige Mängel, da sie sich nicht bei Brüttemperatur verwerthen lässt. Beim Herausnehmen solcher Präparate, die im Thermostat gestanden haben, bilden sich beim Abkühlen am Deckgläschen Wassertröpfchen, die ein Zusammenfliessen und eine Vermischung der Bouillon mit der Pyrogallussäure bewirken können. Um diesen Uebelstand zu vermeiden, muss man besondere Objectträger anwenden. Als solche können die von F. E. **Schultze** oder die Objectträger mit eingeschliffener Rinne dienen. Die ersteren sind für solche Zwecke entschieden empfehlenswerther. Will man die letzteren benutzen, so muss die innere Glassäule etwas niedriger sein, als sie es bei den im Handel befindlichen ist, da sonst das Bouillontröpfchen mit dieser Säule und in Folge dessen auch mit der Pyrogallussäure in Berührung kommt. (Die letzterwähnten Objectträger liefert C. **Desaga**. Heidelberg, 8 Mark per 10 Stück.) Bei der Anwendung der **Schultze**'schen Objectträger kann man sehr bequem zuerst das Deckgläschen mit dem hängenden Tröpfchen auf den zu diesem Objectträger gehörigen Glasring mit Vaseline aufkitten. Dann füllt man die Rinne der Glasplatte des Objectträgers mit Pyrogallol und Alkali und überträgt den Glasring auf die mit Vaseline bestrichene Platte. — Da in solchen Culturen bei Brüttemperatur in Folge der starken Luftverdünnung eine Verdunstung

und geringe Concentrationsvermehrung des Bouillontröpfchens stattfindet, so ist es vortheilhaft, zu solchen Culturen etwas verdünnte Bouillon anzuwenden. Man verdünnt deshalb die gewöhnliche Peptonbouillon mit $^1/_4$ bis $^1/_3$ destillirtem Wasser und kocht die Flüssigkeit vor dem Gebrauch ein wenig, um die Luft zu entfernen.

Die Brauchbarkeit und Leistungsfähigkeit der Methode wird durch die folgenden Versuche nachgewiesen. Dass eine vollständige Absorption des Sauerstoffs bewirkt wird, ergiebt sich aus der erwähnten, erst nach dem Eröffnen des Präparates stattfindenden Schwärzung der Pyrogallussäure. Ferner kommen die obligat-aëroben Bacterien in solchen hängenden Tröpfchen zu keiner Entwickelung und Vermehrung. Auch hebt die Abwesenheit des Sauerstoffs das Bewegungsvermögen der von mir daraufhin untersuchten Aëroben auf. Die in der geschilderten Weise mit Bacillus cyanogenus bezw. fluorescens liquefaciens angesetzten Culturen zeigten selbst nach Ablauf von mehreren Tagen keine Vermehrung der eingeführten Bacterien. Auch zeigten die Bacillen nach dieser Zeit keine Eigenbewegung. Nachdem aber die Deckgläschen mit den Bouillontröpfchen vorsichtig aufgehoben und auf gewöhnliche hohlgeschliffene Objectträger übertragen waren, trat sofort unter dem Einfluss des Sauerstoffs der Luft lebhafte Bewegung der Bacillen ein, und erwiesen sich die Culturen nach 24 Stunden als ganz trübe in Folge einer kräftigen Vermehrung der Bacillen. Die Einwirkung des Sauerstoffs auf die Bewegung war noch besser in Cholerapräparaten zu beobachten. In solchen Präparaten konnte bei Benutzung der geschilderten Methode nach 24stündigem Verweilen im Brütofen nur sehr mangelhafte Vermehrung der Cholerabacterien constatirt werden, auch erwiesen die letzteren sich als unbeweglich. Nachdem aber dasselbe Deckgläschen aufgehoben und auf einen gewöhnlichen hohlgeschliffenen Objectträger übertragen war, fingen die Kommabacillen sofort an, sich sehr lebhaft zu bewegen, und waren nach 24 stündiger Cultivirung im Brütofen stark vermehrt.

Die obligaten Anaëroben verhielten sich in solchen hängenden Tröpfchen ganz anders. Die zur Cultivirung angewandten Anaëroben waren die aus der Collection des hygienischen Instituts entnommenen Reinculturen von Rauschbrand- und Tetanusbacillen.

Nach 24stündigem Verweilen im Brütofen konnte man eine Vermehrung der Rauschbrandbacillen beobachten, deren einige eine Clostridiumform angenommen hatten. Die Vermehrung der Tetanusbacillen geht nicht so rasch vor sich, wie diejenige der Rauschbrandbacillen; in gut bemerkbarer Weise erfolgt sie erst nach 48 Stunden.

II. Eine Cultivirungsmethode der Anaëroben in Bouillon resp. in anderen flüssigen Nährböden.

Die bisher zu dem gleichen Zwecke vorgeschlagenen Methoden sind in extenso von Hueppe[1] beschrieben und von ihm in drei Gruppen eingetheilt. Unter den Methoden der ersten Gruppe (Verdrängung der Luft durch indifferente Gase — gewöhnlich Wasserstoff) ist die beste die wohlbekannte von Flügge und Liborius, die aber ihre Mängel (abgesehen von ihrer Kostspieligkeit) darin hat, dass die Durchleitung des Wasserstoffs und das Zuschmelzen der Röhrchen eine etwas zeitraubende und nicht immer gefahrlose Arbeit darstellt. Ferner dürfte, wie auch Hueppe hervorhebt, selbst ein so indifferentes Gas wie Wasserstoff nicht für alle Bacterien gleich indifferent sein. Auch macht Hueppe darauf aufmerksam, dass es bei der Zerlegung des Substrates durch die Bacterien in statu nascendi gelegentlich zur Activirung des Wasserstoffs kommen könne.

Die zweite Gruppe von Methoden (unter denen die beste die von Gruber ist) beruht darauf, dass unter gleichzeitigem Erwärmen der vorher inficirten Bouillon auf 30° bis 40° C. die Luft mittelst Luftpumpe entfernt wird. Diese Methoden sind wenig brauchbar, da beim Evacuiren eine starke Eindickung der Bouillon und ein Aufschäumen eintritt, was das nachherige Zuschmelzen des Culturgefässes hindert. Auch lässt der nicht geringe Zeitaufwand, der mit der Anfertigung solcher Culturen verknüpft ist, diese Methode wenig praktisch verwendbar erscheinen.

Die dritte Gruppe von Methoden beruht auf der Luftentfernung durch Aufkochen der Nährflüssigkeit; hierzu sind besondere mit seitlichen Capillarröhrchen versehene Culturgefässe bezw. Kolben erforderlich. Nach dem Eintauchen dieses seitlichen Capillarröhrchens in die bacterienenthaltende Flüssigkeit wird das auf diese Weise inficirte Röhrchen wieder zugeschmolzen und, nachdem durch Aufkochen der im Kolben befindlichen Bouillon mit den Wasserdämpfen die gesammte Luft entfernt ist, wird der Hals des Kolbens zugeschmolzen. Nach dem Abkühlen vermischt man durch Neigung des Kolbens seinen Inhalt mit dem des Capillarröhrchens. Was die Anwendbarkeit dieser Methode betrifft, so muss man vollkommen Hueppe darin beistimmen, dass die Art der Luftentfernung und Inficirung der Flüssigkeit sehr umständlich ist und deshalb ganz verlassen werden kann. „Es bleibt also“ mit Hueppe's Worten gesagt „ein Verfahren, welches die genannte Unbequemlichkeit nicht hat, welches aber ebenso sicher und übersichtlich ist, wie das vereinfachte Durchleitungsverfahren, und welches gar keine fremden, gasigen Bestandtheile einführt, höchst wünschenswerth.“

[1] *Die Methoden der Bacterienforschung.* 1889.

Die hier von mir vorgeschlagene Methode führt keine fremden gasigen Bestandtheile in die Nährböden ein. Ihr Princip liegt in der Entfernung der Luft durch Aufkochen, aber letzteres wird lediglich bei der Vorbereitung der Nährböden besorgt; die einmal von der Luft befreiten Nährsubstrate können dann unbegrenzte Zeit aufbewahrt werden, ohne dass wieder Luft in sie eintreten kann. Zu jeder Zeit lassen sich die Nährmedien auf das Einfachste inficiren und können sehr schnell wieder von der Luft abgesperrt werden. Bei der zu beschreibenden Methode erweisen sich die Nährböden als vollständig vom Sauerstoff der Luft befreit. Die Impfung und nachträgliche Abschmelzung des Culturgefässes braucht nur eine bis zwei Minuten Zeit; die Herstellung der nöthigen Gefässe und ihre Füllung mit von Luft befreiten Nährmedien kann jeder Arbeitende selbst ganz leicht und billig ausführen. Bei dieser Methode können ausser Bouillon beliebige flüssige Nährböden (Milch, Blutserum), ferner aber auch Gelatine zur Anwendung kommen.

Die Vorbereitung der zur Cultivirung nöthigen Gefässe ist folgende:

Man wählt ein Glasröhrchen von circa 1 ^{cm} lichter Weite aus, spült es mit Salzsäure und destillirtem Wasser aus, trocknet und erhitzt dann im Bunsenbrenner oder in der Gebläseflamme einen Theil von ca. 1 bis 2 ^{cm} Länge. Nach der Erweichung des Glases zieht man die beiden Enden des Röhrchens auseinander, so dass das ausgezogene dünne Capillarröhrchen ca. 1 bis 2 ^{mm} im Durchmesser hat. Es ist wichtig, dass das Capillarröhrchen in seinem Anfangstheile und zwar in einer Länge von ca. 8 bis 10 ^{cm} von möglichst gleichmässigem Durchmesser (1 bis 2 ^{mm}) sei. Die ganze Länge des ausgezogenen Stückes soll etwa 20 bis 25 ^{cm} betragen. Das ganze Verfahren ist sehr einfach und wird bei einiger Aufmerksamkeit constant gute Erfolge geben. Nachdem dies gemacht ist, erhitzt man das Glasrohr 3 bis 5 ^{cm} von der zuerst ausgezogenen Stelle entfernt und zieht es auch hier zu einer Capillare aus, so dass also zwischen beiden Capillaren ein unveränderter Abschnitt des Glasrohrs von 3 bis 5 ^{cm} (eventuell noch mehr) Länge und 1 ^{cm} Durchmesser verbleibt. Eine der beiden Capillaren wird ca. 3 bis 4 ^{cm} von dem Reservoir entfernt abgeschmolzen, das andere Capillarröhrchen, welches, wie erwähnt, annähernd 25 ^{cm} lang sein soll, wird in einem Abstande von 8 bis 10 ^{cm} vom Reservoir U-förmig umgebogen, so dass die Spitze des umgebogenen Theils den Boden einer Eprouvette leicht erreichen kann.

Ein solches Culturröhrchen, in ein mit Bouillon zum Theil gefülltes Reagensglas eingetaucht, ist in Fig. 1 um die Hälfte verkleinert abgebildet. Die Anfertigung solcher Gläser geht schnell vor sich, und es ist selbstverständlich, dass bei dieser Operation zugleich eine treffliche Sterilisirung des Gefässes stattfindet.

Die fertigen Röhrchen werden mit dem offenen langen Ende in eine mit sterilem Wasser gefüllte Eprouvette eingetaucht, und das Reservoir ein wenig in der Flamme erhitzt, so dass nach seiner Abkühlung ein wenig Wasser in das Reservoir eingesaugt wird.

Jetzt kann das Culturröhrchen mit Nährboden gefüllt werden. Die dazu verwandten sterilen Nährmedien müssen vorher zur Entfernung der Luft gut aufgekocht sein. Vor dem Einfüllen zieht man einige Male den gebogenen Theil des Capillarröhrchens zwecks Sterilisation durch die Flamme und führt es in die das gewählte Nährmedium enthaltende Eprouvette bis nahe über die Flüssigkeit ein, dann erwärmt man mittelst einer kleinen Flamme das gebogene Capillarröhrchen und erhitzt darauf das Reservoir, bis das Wasser siedet und schliesslich fast ganz aus dem Gefässe verdampft ist. Noch ehe das vollständig geschehen ist, taucht man das in der Eprouvette befindliche Capillarröhrchen in die Bouillon (resp. Gelatine) ein. Es wird auf diese Weise das nur mit Wasserdämpfen gefüllte Culturröhrchen von der äusseren Luft durch eine Schicht der vorher ausgekochten Bouillon getrennt, welche nach der Abkühlung sofort in das Gefäss einstürzt und es vollständig ausfüllt. Nachdem das Culturröhrchen gefüllt ist, nimmt man es aus der Eprouvette heraus und schmilzt das Capillarröhrchen an der Stelle, wo es gebogen ist, ab. Da bei solchem Zuschmelzen ein Theil der Flüssigkeit sich in Dampf verwandelt, so bildet sich an der obersten Stelle nach dem Abkühlen ein luftleerer Raum und es lässt sich in solchem Culturröhrchen trefflich die physikalische Erscheinung des Siedens im Vacuum beobachten (sogenannter Puls- oder Wasserhammer). Wie die Herstellung, so braucht auch die Füllung solcher Gefässe sehr wenig Zeit; es ist auch selbstverständlich, dass die fertigen und gefüllten Capillarröhrchen eine unbegrenzte Zeit vor dem Gebrauch conservirt werden können.

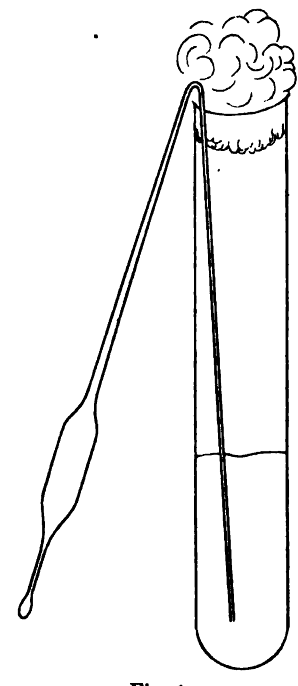


Fig. 1.

Was das Einfüllen von Blutserum in solche Röhrchen betrifft, so muss dasselbe mit Hülfe eines Glasrohrs in das hier an beiden Enden offene Culturgefäss eingesogen werden. Nachdem das Reservoir sowie das erste längere Capillarröhrchen gefüllt sind, schmilzt man die beiden

Capillaren ab. Blutserum kann vor dem Einfüllen mittelst Luftpumpe von der Luft befreit werden, doch ist dies anscheinend nicht nöthig, und das in solchem Culturröhrchen befindliche Blutserum stellt ein ganz vortreffliches Medium zur Cultivirung obligater Anaëroben wie Rauschbrand- und Tetanusbacillen dar.

Um ein solches Culturgefäss mit Anaëroben zu impfen, schneidet man die Spitze des längeren Capillarröhrchens mittelst Diamant ab und erhitzt sie in einer kleinen Flamme, bis einige überflüssige Bouillontröpfchen verdampft sind, was zu gleichzeitiger Sterilisation des Röhrchenendes führt. In das geöffnete Capillarröhrchen führt man jetzt das nöthige Impfmaterial ein. Diese Impfung kann mittelst Platinnadel vorgenommen werden, noch besser aber und sicherer ist es, dazu feine, kurze Haarröhrchen von Glas zu verwenden. Man braucht dazu nur ein sehr dünn ausgezogenes Capillarröhrchen in einige Stückchen mittelst steriler Scheere durchzuschneiden und diese Stückchen in einem sterilen Gefässe aufzubewahren. Beim Gebrauch nimmt man ein solches Haarröhrchen mittelst steriler Pincette, taucht es mit einem Ende in das Impfmaterial, welches durch Capillarität in das Röhrchen eintritt, bringt es in das geöffnete Ende des Culturgefässes und schiebt es mittelst einer Platinnadel tiefer ein. Es wird auf solche Weise die Flüssigkeit des Gefässes sicher geimpft. Nach der Impfung erhitzt man in kleiner Flamme das capillare Ende des Culturgefässes, bis wiederum einige Bouillontröpfchen verdampft sind, erweicht das Capillarröhrchen zu gleicher Zeit und schmilzt es wieder zu.

Nebenstehende Fig. 2 zeigt ein solches geimpftes und zugeschmolzenes Culturgefäss in natürlicher Grösse.



Fig. 2.

Die ganze Procedur der Impfung zusammen mit dem leicht gelingenden Abschmelzen des Capillarröhrchens nimmt nur etwa 1 bis 2 Minuten Zeit in Anspruch.

Dass die beschriebene Cultivirungsmethode allen Forderungen der strengsten Anaërobiose entspricht, sollen folgende Versuche nachweisen:

In ein solches mit Bouillon gefülltes Culturgefäss wurden einige Tropfen Pyrogallussäure und darauf einige Tropfen Kalilösung eingeführt. Da mittels Impfröhrchen eine nur geringe Menge von Flüssigkeit eingeführt werden kann, so geschah die Einführung mittels einer sehr fein ausgezogenen Pipette. Beide Lösungen, die ca. $^1/_4$ des Cultur-

gefässes einnahmen, waren ganz farblos und von der wie gewöhnlich etwa gelblichen Bouillon zu unterscheiden. Nachdem sodann das zugeschmolzene Culturröhrchen 24 Stunden lang bei Brüttemperatur aufbewahrt war, zeigte sich gar keine Veränderung in der Farbe der vorher gut vermischten Flüssigkeiten. Anders verhielt es sich bei dem nunmehr vorgenommenen Zerbrechen des Capillarröhrchens. Kaum waren die ersten Tröpfchen des Inhalts mit der Luft in Berührung gekommen, als sie sofort eine tief braun-schwarze Farbe annahmen.

Hiernach wurde eine Prüfung durch Impfung mit obligaten Aëroben vorgenommen. Die Ergebnisse sind aus der folgenden Zusammenstellung ersichtlich:

	Bouillon, Aërob	Bouillon, Anaërob	Controlversuch (Ausgiessen d. anaërob gehaltenen Bouillon in Gefässe m. Luftzutritt)
Blaue Milch	(Zimmertemperatur.) Nach 24 Stunden ganz getrübt.	(Zimmertemperatur.) Nach 3 Tagen ganz unverändert.	(Zimmertemperatur.) Nach 24 Stunden Bouillon ganz getrübt.
Bac. fluorescens liquefaciens	Desgl.	(Zimmertemperatur.) Nach 4 Tagen klar.	(Zimmertemperatur.) Nach 24 Stunden stark getrübt.
Sarcina lutea	(Brüttemperatur.) Nach 24 Stunden dicker Bodensatz.	(Brüttemperatur.) Nach 3 Tg. ganz klar; kein Bodensatz.	(Brüttemperatur.) Nach 24 Stunden Bodensatz
Weisse Hefe (Bouillon mit Zucker.)	—	(Zimmertemperatur.) 12 Tage ganz klar; keine Gährung.	(Zimmert.) Nach 3 Tg. weisslicher Bodensatz. Alkohol nachweisbar.

Zu gleicher Zeit, als die anaëroben Culturgefässe geimpft wurden, waren also mit demselben Impfmaterial gewöhnliche, dem freien Luftzutritt ausgesetzte Bouillonculturen angefertigt. Es war in letzteren immer ganz kräftige Bacterienentwickelung eingetreten, während die Bouillon in den anaëroben Röhrchen immer klar und unverändert blieb. Nachdem längere Zeit hindurch keine Bacterienentwickelung in solchen Anaërobculturen zu constatiren war, wurden dann diese anscheinend sterilen Röhrchen zur Controle der Luft angesetzt. Zu diesem Zwecke wurden die Enden der Capillaren durch die Flamme gezogen und dann mittelst einer sterilisirten Pincette in einer sterilen Eprouvette abgebrochen.

Es trat dann in solcher früher unter Luftabschluss aufbewahrten, mit Aëroben geimpften Bouillon nachträglich ganz kräftige Bacterienentwickelung ein, die, wie Control-Agar-Culturen erwiesen, Reinculturen der vorher eingeführten Arten darstellten.

In der mitgetheilten Versuchsreihe ist von besonderem Interesse der negativ ausgefallene Versuch, Hefe unter Luftabschluss zu cultiviren. Die

zum Versuch verwandte Hefe, die aus einer in der Sammlung des Instituts aufbewahrten Reincultur stammte, vermehrte sich erst in dem Controlversuche, als die Bouillon der Lufteinwirkung ausgesetzt wurde, und bewirkte unter diesen Umständen auch eine Gährung (Alkoholbildung durch die Jodoformprobe nachgewiesen).

Die zum Nachweis der Leistungsfähigkeit der Methode angewandten obligaten Anaëroben stammten aus den in der Sammlung des Instituts vorhandenen Reinculturen von Rauschbrand- und Tetanusbacillen.[1] Von diesen Reinculturen wurden einige Bouillontröpfchen in sterilen Klötzchen geimpft, dann ein Haarröhrchen in der erwähnten Weise mit dieser Bouillon gefüllt und in das Culturgefäss eingebracht. Von demselben Ausgangsmateriale wurden zur Controle gewöhnliche Eprouvetten mit Bouillon geimpft. Wie zu erwarten war, blieben die letzteren trotz längerer Aufbewahrung im Brütofen immer steril, während in den mit Rauschbrand geimpften anaëroben Culturgefässen schon nach 24 Stunden eine leichte Opalescenz der Bouillon, sowie besonders das Auftreten sehr charakteristischer suspendirter leichter Flöckchen, die schon von Kitasato beschrieben sind, zu constatiren war. Nach weiteren 24 Stunden waren diese Flöckchen vermehrt; auch waren sie grössten Theils auf die tieferen Stellen des Gefässes gesunken. Beim Schütteln aber hoben die Flöckchen sich empor und trennten sich wieder gut von einander. Nach der Eröffnung des Gefässes konnte man eine Ausscheidung von Gasen aus der Flüssigkeit, in etwas länger aufbewahrten Culturen auch einen besonderen Geruch constatiren, welcher besonders in Röhrchen mit flüssigem Blutserum unangenehm sich bemerklich machte. Die mikroskopische Untersuchung erwies in allen solchen Culturen die Anwesenheit grosser Mengen von Rauschbrandbacillen, und die Verimpfung der Flüssigkeit in Agar und Gelatine ergab das für den Rauschbrand typische Wachsthum. Auch gelang es sehr gut, weitere Bouillon-Generationen unter Luftabschluss zu züchten. Aehnliche Resultate haben auch Versuche zur Cultivirung der Tetanusbacillen gegeben, mit dem Unterschiede, dass die Bouillontrübung erst nach 36 Stunden eintrat und die Trübung ganz gleichmässig und ohne Flöckchenbildung war.

Ein Culturröhrchen, mit flüssigem Blutserum gefüllt und mit Tetanusbacillen geimpft, hat das auffallende Resultat ergeben, dass nach fünftägiger Cultivirung im Brütofen (37°) eine Coagulirung des Inhalts, unter Abscheidung von wenigem, ganz klaren Serum aus dem Coagulum eingetreten war. Die Flüssigkeit zeigte einen ganz besonderen Geruch, reagirte stark alkalisch und enthielt sehr zahlreiche, mit guten Köpfchensporen versehene Bacillen.

[1] Das Institut verdankte dieselben der Freundlichkeit des Hrn. Dr. Kitasato.

Ausser in Bouillon und Blutserum ist auch eine Züchtung der Tetanusbacillen in Milch gelungen. Eine Gerinnung der Milch wurde dabei nicht beobachtet. Von besonderem Interesse waren auch Züchtungsversuche der Rauschbrand- und Tetanusbacillen in den beschriebenen Culturgefässen, wenn dieselben mit Nährgelatine gefüllt waren, da die dünnen Gefässwände des Capillarröhrchens ganz trefflich die Entwickelung der Colonieen sowohl mit schwachen, als auch mit stärkeren Vergrösserungen zu beobachten gestatteten. Bei der Impfung solcher Gelatineröhrchen wurde entweder in üblicher Weise das inficirende Haarröhrchen in die vorher verflüssigte Gelatine eingeführt, oder in die nicht verflüssigte Gelatine eingestochen. Es waren im letzteren Falle die ersten Stadien der Entwickelung der Colonieen, die von dem Ende des eingeführten Röhrchens auswuchsen, gut zu verfolgen. Die Colonieen waren selbst noch mit starken Systemen (Apochrom. 4 mm) zu beobachten.

Die angeführten Versuche dürften genügen, um die volle Leistungsfähigkeit der vorgeschlagenen Methode zu beweisen. Ihre Billigkeit und Einfachheit, sowie der zur Anfertigung solcher Culturen im Vergleich mit den anderen complicirten Methoden erforderliche geringe Zeitaufwand fallen ausserdem vortheilhaft in's Gewicht.

Zum Schlusse sei es mir gestattet, Herrn Prof. Gaffky, in dessen Laboratorium diese Untersuchungen ausgeführt worden sind, meinen herzlichsten Dank auszudrücken.

[Aus dem hygienischen Institut zu Giessen.]

Eine Methode zur Plattencultur anaërober Bacterien.

Von

Hans Blücher,
Assistenten am hygienischen Institut der Universität Giessen.

Bei einem Ueberblick über die heute üblichen Methoden zur Bacterienzüchtung lässt sich nicht verkennen, dass ein handliches Verfahren, eine einzelne anaërobe Bacterienart aus Bacteriengemischen heraus rein zu züchten, uns zur Zeit noch mangelt. Die Ursache dieses zweifellos von vielen Untersuchern empfundenen Uebelstandes dürfte darin liegen, dass alle angegebenen Methoden, sofern sie überhaupt brauchbare Resultate liefern und einigermassen auf Handlichkeit Anspruch machen können, von der Benutzung der Plattencultur ganz absehen.[1] In neuerer Zeit ist von H. Buchner[2] für die Cultur anaërober Bacterien auf schräg erstarrten Nährmedien eine ihrer leichten Ausführbarkeit wegen recht brauchbare Methode angegeben worden, welche darauf beruht, dass der in den Gefässen enthaltene Luftsauerstoff mittelst alkalischer Pyrogallussäure absorbirt wird. Am Schlusse seiner Arbeit macht Buchner eine kurze Bemerkung dahin, dass sich diese Methode wohl leicht auch für Plattenculturen verwenden lassen würde, hat aber anscheinend weder diesbezügliche Untersuchungen angestellt, noch für solche weitere genaue Anweisungen gegeben.

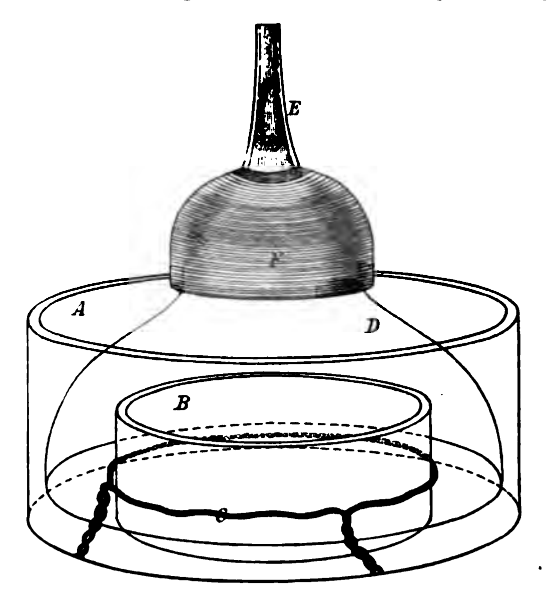
Gesetzt, die Buchner'sche Methode wäre in eine Form gebracht, welche sie zur Plattencultur bequem brauchbar machte (hierfür ist am

[1] In Bezug auf die zur Cultur anaërober Mikroorganismen angegebenen Methoden verweise ich auf „C. Fränkel, Ueber die Cultur anaërober Mikroorganismen, *Centralblatt für Bacteriologie und Parasitenkunde.* 1888. Bd. III. S. 735, 763," in welcher Arbeit die Methoden eingehend besprochen sind.

[2] H. Buchner, Eine neue Methode zur Cultur anaërober Mikroorganismen. *Centralblatt für Bacteriologie und Parasitenkunde.* 1888. Bd. IV. S. 149.

Schlusse dieser Arbeit ein Vorschlag gegeben), so muss als fühlbarer Mangel derselben der Umstand bezeichnet werden, dass sich in Folge des erzeugten niedrigen Druckes eine lebhafte Verdunstung und Eintrocknung des Nährbodens bemerkbar macht.

In Folgendem sei nun eine brauchbare und handliche Methode zur Plattencultur anaërober Bacterien beschrieben, deren besonderer Vorzug darin besteht, dass das zur Verwendung gelangende Gas beliebig variirt werden kann, und dass der in Form einer Platte ausgegossene, mit Anaëroben inficirte Nährboden der Betrachtung und insbesondere der Durchmusterung bei schwacher Vergrösserung stets bequem zugänglich ist und nach einer solchen immer wieder leicht unter die zur Entwickelung anaërober Bacterien erforderlichen Bedingungen gebracht werden kann. Hierzu kommt noch, dass die Methode als sehr billig bezeichnet werden kann, da der dazu gehörige Apparat nicht wie z. B. die Liborius'schen Röhrchen nur für eine Züchtung brauchbar ist, sondern eine ebenso lange Gebrauchsdauer hat wie die gewöhnlichen Culturdoppelschalen. Ausserdem ist bei der gleich zu beschreibenden Methode jedes Zuschmelzen von Glasröhren, das auch die sonst recht brauchbare Fränkel'sche Methode[1] erschwert, vermieden.



Die Cultivirung geschieht hier in einem Apparat, wie er durch vorstehende Zeichnung veranschaulicht wird. Derselbe besteht aus einer Glasschale *A*, in welcher sich die 7 cm im Durchmesser betragende eigentliche Cultur-Glasschale *B* befindet. Schale *B* wird in der Mitte der Schale *A* durch einen federnden Drahtring (*C*) mit drei bis zur äusseren Schale reichenden Ausläufern festgehalten. In die Schale *A* passt möglichst genau der Glockentrichter *D*, in dessen Hals man lose ein Wattebäuschchen *E* schiebt. Auf dem Glockentrichter ruht ein Bleigewicht *F*.

[1] A. a. O.

welches zur Beschwerung dient.[1] Der Apparat wird zuerst, vollständig zusammengesetzt, trocken bei 160° sterilisirt. Dann giesst man das flüssige, mit den Bacterien inficirte Nährmedium (Gelatine oder Agar) unter vorsichtigem Lüften des Trichters *D* in die Schale *B* aus. Nun füllt man nach Wiederaufsetzen von *D* verdünntes Glycerin (ein Theil officin. Glycerin auf 3 bis 4 Theile Wasser — bei stärkerer Concentration tritt ein Austrocknen des Nährbodens ein) in Schale *A*, bis auf diese Weise unten ein Flüssigkeitsverschluss hergestellt ist. Nunmehr kann man durch die obere Oeffnung des Trichters ein beliebiges Gas in das Culturgefäss eindringen lassen; beispielsweise leitet man Wasserstoffgas, welches zuvor in zwei Waschflaschen alkalische Bleilösung und alkalische Pyrogallollösung passirt hat und so von allen fremden Bestandtheilen befreit ist, für 5 bis 10 Minuten durch den Trichterhals ein. Hierbei ist nur nöthig, dass der Verbindungsschlauch aus sehr gutem Material besteht; er wird am Besten ziemlich eng genommen, so dass er nur nach dem Befeuchten des äusseren Trichterhalses, was empfehlenswerth mit Glycerin geschieht, bequem auf den Hals des Glockentrichters geschoben werden kann. Während das Gas oben einströmt, steigt die Absperrungsflüssigkeit in der Schale *A* zwischen *A* und *D* in die Höhe und lässt dann die mit dem Gase gemischte Luft in Blasen entweichen. Hierdurch ist zugleich ein Anhalt für die Durchleitungsgeschwindigkeit des Gases gegeben. Nachdem das Gas die angegebene Zeit hindurch in den Apparat eingeströmt ist und die darin enthaltene Luft verdrängt hat, verschliesst man den Gummischlauch ca. 1 bis 2 ^{cm} über der Mündung des Trichters durch einen Schraubenquetschhahn[2] recht fest und schneidet den Schlauch ca. 2 ^{cm} über dieser Verschlussstelle ab. In diesen oberen Theil des Gummischlauches bringt man nun noch einige Tropfen Glycerin, um die Sicherheit des Abschlusses zu erhöhen. Bei der Verwendung von gutem Gummischlauch habe ich im Verlaufe von 14 Tagen kein Undichtwerden beobachten können, auch liess sich niemals eine Verbesserung der Resultate dadurch erzielen, dass der Gummischlauch seiner ganzen Ausdehnung nach mit Paraffin bestrichen wurde, weshalb ich solches für unnöthig halte.

Die Verdrängung der Luft durch Wasserstoff geht in dem beschriebenen Apparate sehr schnell vor sich, sie ist gewöhnlich schon nach 3 bis 5 Minuten vollständig, so dass ich den Wasserstoff nur der Sicherheit

---

[1] Der vollständige Apparat wird in sorgfältiger Ausführung von der Firma H. Vogel, Giessen, zum Preise von 2 Mk. pro Stück (10 Stück 19 Mk.) geliefert.

[2] Nur Schraubenquetschhähne schliessen auf die Dauer sicher, während bei Anwendung gewöhnlicher federnder Quetschhähne nach einiger Zeit eine Diffusion zwischen dem im Innern enthaltenen Gase und der Aussenluft beginnt.

wegen länger (bis zu 10 Minuten) hindurchtreten lasse. Eine gute Reaction auf die vollständige Abwesenheit von Luft besteht darin, dass man ein brennendes Zündholz dicht an das in Schale *A* befindliche Glycerin und zwar an die Austrittsstelle der Gasblasen bringt; erst sobald einige Zeit hindurch die Blasen ohne jedes Geräusch ruhig abbrennen, kann man auf Abwesenheit von Luft schliessen. Der nicht unbeträchtliche Druck, unter dem das Gas in das Culturgefäss eintritt, lässt sich, wenn sich im Gefäss *B* Gelatine befindet, die gewöhnlich erst während des Durchleitens vollständig erstarrt, daran erkennen, dass an einzelnen Stellen kleine bis grössere Dellen auftreten, die selbstverständlich die Cultur gar nicht hindern, andererseits aber auch vermieden werden können, wenn man vor dem Durchleiten die vollständige Erstarrung der Gelatine abwartet.

Der Druck, unter welchem das Gas eingeleitet wird, besteht auch nachher noch fort, kann jedoch dann zum Theil dadurch aufgehoben werden, dass man den Apparat ein wenig seitlich neigt; hierbei tritt dann noch eine oder einige Gasblasen nach aussen. Dieser höhere Druck, welcher selbstverständlich je nach den Temperaturschwankungen wechselt, scheint nach meinen bisherigen Beobachtungen dem Wachsthum der anaëroben Mikroorganismen nicht hinderlich zu sein; ein erhöhter Druck ist übrigens bei sämmtlichen auf das Princip der Gasdurchleitung gegründeten Methoden zur Cultur anaërober Bacterien, wie z. B. den Liborius'schen und Fränkel'schen Röhrchen, vorhanden.

Bei der angegebenen Methode ist ein Verspritzen der Absperrflüssigkeit — sofern der Trichter *D* gut der Schale *A* angepasst ist — nach innen absolut ausgeschlossen, es findet ein solches in geringem Grade nur nach aussen statt.

Das Bleigewicht *F* ist nothwendig, um das sonst durch den Gasdruck bewirkte Emporheben des Trichters *D* zu vermeiden.

Die in der beschriebenen Weise vorbereiteten und verschlossenen Apparate können sowohl bei Zimmertemperatur als auch im Thermostaten aufbewahrt werden. Will man eine solche Culturschale zur Beobachtung ziehen, so entfernt man zur Ausgleichung des Druckes zuerst den Gummischlauch, dann neigt man den Apparat nach einer Seite — selbstverständlich nicht so stark, dass Glycerin in die Culturschale *B* hineingelangen kann — und hebt nun den Trichter *D* langsam und vorsichtig auf einer Seite und zwar an der nun zu oberst befindlichen Stelle so auf, dass immer nur kleine Luftblasen in das Innere gelangen. Man kann so leicht den Trichter emporheben, ohne ein Verspritzen der Absperrflüssigkeit auf die Platte befürchten zu müssen. Nun nimmt man Schale *B* aus dem Drahtring *C* heraus und kann dieselbe dann bis zur Beendigung der Beobachtung, die sowohl makroskopisch als auch mikroskopisch bei schwacher

Vergrösserung geschehen kann, bequem ausserhalb der Schale *A*, vom Trichter *D* bedeckt, aufbewahren. Erscheint eine Verlängerung der Wachsthumszeit zweckmässig, so wird die Schale *B* wieder in den Drahtring eingefügt und mit dem Trichter *D* bedeckt, worauf auf's Neue Wasserstoff hindurchgeleitet wird.

Anstatt der festen durchsichtigen Nährböden kann man auch eine Kartoffelscheibe in die Schale *B* bringen, diese in dem vollständigen Apparat im Dampfkochtopf kochen und so eine Cultur anaërober Bacterien auf Kartoffelscheiben erzielen.[1]

Um den beschriebenen Apparat auf seine Brauchbarkeit zu prüfen, wurden folgende Versuche angestellt:

In erster Linie wurden Culturen obligat aërober Bacterien sowohl in Gelatine als auch in Agar angesetzt. So kamen Bac. fluorescens liquefaciens, Sarcina lutea, Bac. cyanogenus und Rosahefe zur Verwendung, die sämmtlich auch nach langem Stehen unter günstigen Temperaturbedingungen weder makroskopisch noch mikroskopisch Entwickelung zeigten.

Nachdem ich so festgestellt hatte, dass in dem Apparat obligat aëroben Bacterien die Existenzmöglichkeit durch den Sauerstoffmangel entzogen ist, ging ich dazu über, die Methode zur Cultur anaërober Bacterien zu verwenden.

Als solche kamen zuerst Reinculturen von Rauschbrandbacillen und Tetanusbacillen, welche beide das hygienische Institut der Güte des Herrn Dr. Kitasato in Berlin verdankt, zur Verwendung:

Die Rauschbrandbacillen wuchsen bei Benutzung des beschriebenen Apparates sowohl in Nähragar bei Brüttemperatur, als auch (nach etwas längerer Aufbewahrung) in Nährgelatine bei Zimmertemperatur und zwar ebensogut in der Tiefe als auf der Oberfläche der Platten, so dass die Colonieen bequem abgestochen werden konnten; ebenso kamen die Rauschbrandbacillen sehr gut auf Kartoffelscheiben in dem Culturapparate zur Entwickelung. Die Kartoffelculturen der Rauschbrandbacillen haben Aehnlichkeit mit denen der Typhusbacillen: man bemerkt nur einen feuchten Glanz auf der Kartoffelfläche; entnimmt man etwas mit der Platinnadel, so fühlt man eine dicke, weiche, sich leicht ablösende Masse, die aus den Organismen besteht.

In gleicher Weise gelang die Cultur der Tetanusbacillen auf Nähragar. Weitere Versuche zur Cultivirung der Tetanusbacillen in diesem Apparat auf anderen Nährmedien (Gelatine, coagulirtem Blutserum, Kar-

[1] So ist auch Brodbrei, Eiweiss u. s. w. in gleicher Weise zur Cultivirung anaërober Bacterien verwendbar.

toffeln u. s. w.) sind Zeitmangels wegen noch nicht ausgeführt worden, da die Brauchbarkeit der Methode schon aus der Möglichkeit der Cultivirung der Rauschbrandbacillen, welche nach den Angaben Kitasato's von den drei bisher bekannten pathogenen Anaëroben (malignes Oedem, Tetanus und Rauschbrand) die strengsten Anaëroben sind, hervorgeht.

Ferner gelang es aus dem Oedem einer 16 Stunden nach einer subcutanen Impfung mit Gartenerde verstorbenen Maus die Oedembacillen, welche in dem Oedem mit mehreren anderen, facultativ anaëroben Bacterien zusammen enthalten waren, durch das angegebene Plattenverfahren in Colonieen, die das von Liborius[1] beschriebene Aussehen zeigten, zur Entwickelung zu bringen, abzustechen und so reinzuzüchten.

Wenn es mir auch bisher nicht möglich gewesen ist, die Methode auf die Züchtung anaërober Bacterien, die ja bisher nur in geringer Zahl cultivirt und beschrieben worden sind, aus anderen Medien, wie Luft, Erde, Darminhalt u. s. w., auszudehnen, so will ich doch kurz bemerken, dass es bei den Versuchen, den Bacillus des malignen Oedems rein zu züchten, gelang, zwei obligate Anaëroben aus dem Oedem bezw. dem Blut eines in Folge der Impfung mit Gartenerde verstorbenen Meerschweinchens rein zu cultiviren.

Die eine dieser beiden Arten ist sowohl morphologisch als auch der Colonieform nach dem Bacillus des malignen Oedems sehr ähnlich, kann jedoch weder mit diesem, noch mit dem von Liborius (a. a. O.) gefundenen Pseudoödem-Bacillus identificirt werden, da ihr auch in grossen Mengen pathogene Eigenschaften bei der subcutanen Impfung auf Thiere abgehen.

Der Bacillus gedeiht ebenso wie der des malignen Oedems sehr üppig auf Kartoffelscheiben unter Wasserstoff.

Der andere aufgefundene Bacillus ist erheblich dünner und kommt in den nach der beschriebenen Methode angesetzten Platten gut zur Entwickelung: Er ist bisher nicht genauer untersucht worden, nur liess sich feststellen, dass auch ihm pathogene Eigenschaften fehlen.

Gelegentlich der Cultur der beschriebenen Anaëroben hat sich stets, wie zuerst von Liborius (a. a. O.) beobachtet und dann in neuester Zeit von Kitasato und Weyl[2] sichergestellt wurde, bei Zusatz von reducirenden Agentien zum Nährmedium, von welchen ich bisher nur Traubenzucker in der Menge von 1 bis 2 Procent verwendet habe, eine Beschleunigung und Kräftigung des Wachsthums ergeben.

---

[1] Liborius, Beiträge zur Kenntniss des Sauerstoffbedürfnisses der Bacterien. *Diese Zeitschrift.* Bd. I. Hft. 1.

[2] Kitasato u. Weyl, Zur Kenntniss der Anaëroben. *Ebenda.* 1890. Bd. VIII. S. 41.

Ich hatte zuerst die Absicht, die Methode auch auf die Züchtung anaërober Bacterien in flüssigen Nährmedien, wie z. B. Peptonbouillon, auszudehnen, für welchen Zweck sie zweifellos brauchbar ist, ich bin aber hiervon um deswegen abgegangen, weil die Cultivirung solcher Organismen in Flüssigkeiten, die ja nur bei schon vorhandenen Reinculturen von Wichtigkeit ist, durch die in der vorstehenden Arbeit beschriebene Methode des Hrn. Dr. Nikiforoff zweckdienlicher und bequemer geschieht, und weil der Schwerpunkt der von mir vorgeschlagenen Methode in der Reinzüchtung obligat anaërober Bacterien aus Bacteriengemischen mittelst des Plattenverfahrens liegt.

In dem beschriebenen Apparate gedenke ich demnächst noch aus verschiedenen Medien anaërobe Bacterien zu züchten, wobei nicht nur Wasserstoff, sondern auch andere Gase, von denen die gasförmigen Kohlenwasserstoffe vielleicht eine besondere Bedeutung, beispielsweise für die im Darm enthaltenen Bacterien haben, verwendet werden sollen.

Für die Stichcultur anaërober Bacterien möchte ich noch Folgendes angeben. Dieselben können in der ganzen Ausdehnung des Stichcanals und noch reichlicher auf der Oberfläche des Substrats zur Entwickelung gebracht werden, wenn man folgendes Verfahren, das an Einfachheit hinter dem Buchner'schen wohl nicht zurücksteht und wiederum die Verwendung verschiedener Gase in bequemer Weise gestattet, benutzt: Nachdem die Stichcultur angelegt ist, wird das Reagirglas umgekehrt, so dass die Mündung nach unten gerichtet ist, vom Wattepfropf befreit und nun in ein zur Hälfte mit Wasser oder besser mit verdünntem Glycerin (um die Verdunstung zu hindern) gefülltes Becherglas von zweckmässiger Grösse eingesenkt. Mittelst eines U-förmig gebogenen Glasrohres wird nun das Gas in das Reagirglas eingeleitet, wodurch in ganz kurzer Zeit — der Sicherheit halber lasse ich einen mässig schnellen Wasserstoffstrom fünf Minuten hindurchgehen — die Luft aus dem Apparat verdrängt wird. Auf diese Weise wurde z. B. Tetanus in Agarstichcultur bei Brüttemperatur zu sehr kräftiger Entwickelung gebracht, wobei das Wachsthum nach der freien Oberfläche des Nährbodens zu üppiger, anstatt wie sonst in Stichculturen spärlicher wurde. Gelatine kann hier nur so weit zur Verwendung gelangen, als die eingeimpften Organismen dieselbe nicht verflüssigen.

Um die von Buchner angegebene Methode zur Cultur anaërober Organismen auch für die Plattencultur brauchbar zu machen, möchte ich folgende Art der Anwendung vorschlagen:

Man giesst den inficirten Nährboden in eine Doppelschale von ca. 6^{cm} Durchmesser aus und setzt diese dann unter Abheben der Deckschale in

eine ca. 10 cm im Durchmesser haltende und 4 cm hohe Crystallisationsschale ein, deren oberer Rand convex einem in correspondirender Weise am Rande concav ausgeschliffenen Deckel genau angepasst ist.[1] In diese äussere Schale ist vorher etwas feste Pyrogallussäure eingebracht worden, die nun beim Einsetzen der offenen Culturschale schnell mit Kalilauge übergossen wird; hierauf setzt man sofort den an dem concav ausgeschliffenen Rande mit Vaseline bestrichenen Deckel fest auf, der nun bald durch die im Inneren bewirkte Absorption und Luftverdünnung fest angepresst wird. Soll die Cultur geöffnet werden, so ist es nicht leicht, den durch den äusseren Luftdruck festgehaltenen Deckel zu entfernen, jedoch gelingt auch dies, wenn man nicht den Deckel gerade nach oben zieht, sondern zuerst von einer Seite empordrückt.

Als Nachtheil der letzteren, in dieser Form sonst gut verwendbaren Methode muss ich nennen, dass, durch die Luftverdünnung bewirkt, ein ziemlich starkes Eintrocknen des Nährmaterials nach einiger Zeit eintritt, weshalb ich die Cultivirung anaërober Mikroorganismen in dem zuerst beschriebenen Culturapparat trotz des etwas grösseren Zeitverbrauchs viel mehr empfehlen möchte, besonders noch deshalb, da diese Culturmethode den nicht zu unterschätzenden weiteren Vortheil bietet, die zu verwendende Gasart beliebig variiren zu können.

Zum Schlusse vorliegender Arbeit spreche ich meinem hochverehrten Chef, Hrn. Professor Dr. Gaffky, für die mir gütigst ertheilte Erlaubniss zur Durchführung derselben und für seinen steten Rath meinen besten Dank aus.

[1] Solche Schalen werden für anatomische Zwecke vielfach verwandt und sind von allen Firmen derartiger Artikel zu beziehen.

Versuche über die zweckmässigste Form der Luftableitung bei der Winter-Ventilation bewohnter Räume.

Von

Dr. V. Budde
in Kopenhagen.

Bei der Ventilation bewohnter Räume ist es, wie bekannt, nicht allein die Aufgabe, so viel frische Luft einzuführen und gleichzeitig so viel verdorbene Luft abzuführen, als die Berechnung nach den dafür geltenden Regeln als nothwendig angiebt. Es gilt zugleich dafür Sorge zu tragen, dass die frische Luft in so grosser Ausdehnung als möglich wirklich der Respiration der Bewohner zu Gute kommt, und dass umgekehrt die verdorbene Luft so direct als möglich abgeführt wird, so dass sie sich nicht in grösserer Menge mit der frischen Luft mischt und in dieser Weise wieder zur Einathmung kommt. Aber diese Hauptaufgabe der Ventilation kann nicht nach einem einzelnen, für alle Fälle geltenden Recept gelöst werden, im Gegentheil hängt die Lösung von einer langen Reihe verschiedenartiger Verhältnisse, der Heizung, der Form, der Ausstattung u. s. w. ab. Die Aufgabe dieser Abhandlung ist, einen Beitrag zur Aufklärung der Frage zu geben, wie die Luftabführung am besten bewerkstelligt wird in Räumen von einigermassen regelmässiger Form, wie Wohnzimmern, Schul- und Krankensälen u. s. w., in welchen Ventilation durch Druckdifferenz und niedergehende Heizung angewendet wird.

Mögen die entsprechenden Räume durch gewöhnliche Oefen, durch Mantelöfen mit Frischluftcanälen oder durch warme Luft, von einem Centralapparat an einer einzelnen oder an mehreren Stellen im Raume eingeführt, geheizt werden, so wird die warme Luft jedenfalls gleich gegen die Decke emporsteigen, unter dieser sich ausbreiten und allmählich in Strömungen, welche unten näher besprochen werden, gegen die tieferen Partien des Raumes, wo die Abzugöffnungen am meisten angebracht sind,

herabfallen. Von der weniger wesentlichen Bedeutung der strahlenden Wärme (bei Heizung mit Oefen) abgesehen, wird also bei diesen Heizungsmethoden die warme Luft den Bewohnern in niedergehender Richtung zu Gute kommen. Dies ist insoweit irrationell, als sowohl die Excretionsproducte der Bewohner als die Verbrennungsproducte der Beleuchtungsapparate, welche ja die wesentlichste Quelle des Verunreinigens der Luft in bewohnten Räumen abgeben, Tendenz haben, gegen die Decke emporzusteigen; freilich hat die Kohlensäure eine grössere Dichte als die atmosphärische Luft, aber sie verlässt sowohl den menschlichen Körper als die Beleuchtungsapparate mit einer höheren Temperatur als die des Raumes und ausserdem mit Wasserdämpfen gemischt, und diese beiden Momente bewirken, dass die gesammte Menge der luftförmigen Verunreinigungen die Tendenz haben, in die Höhe zu steigen und unter der Decke sich mit der warmen und bei passender Zuleitung reineren Luft zu vermischen. Insoweit würde es also mehr rationell sein, eine aufgehende Ventilation und Heizung anzuwenden. Es ist hier nicht der Platz, die verschiedenen Methoden, welche man zu dem Endzweck theils in Anwendung gebracht, theils vorgeschlagen hat: Einführung der warmen, frischen Luft durch die festen Sitze in Theatern, Versammlungssälen, 1 bis 2 Fuss über dem Boden, Lambris-Heizung, Fussboden-Heizung u. s. w., welche alle sowohl Vortheile als Uebelstände darbieten. Es sei nur bemerkt, dass, wenn man die Fussbodenheizung mit Aufstellung eigener Heizkörper in der Mitte der Krankensäle combinirt hat, welche die doppelte Aufgabe haben, theils die Vorwärmung der Ventilationsluft im Winter zu besorgen, theils an kühlen Frühjahrs- und Herbsttagen allein die Erwärmung der Krankensäle zu bewerkstelligen, bekommt man unter den letztgenannten Umständen hauptsächlich eine niedergehende Erwärmung, die der Luftabführung durch Dachreiter und hochsitzende Fensterjalousieen nicht ganz entspricht.

Unter den Verhältnissen, welche uns hier besonders interessiren, wird am meisten niedergehende Heizung unter der einen oder der anderen Form und niedergehende Ventilation mit Ableitung der unreinen Luft unten im Raume angewandt. Die Absaugeöffnungen führen entweder in den Rauchschornstein oder in besondere verticale Schlote, welche, durch die Scheidemauern meistens von einander getrennt, über das Dach des Hauses hinaus geführt werden, wo die obere Oeffnung durch eine horizontal gestellte eiserne Platte gegen Regen und herabgehende Windstösse geschützt ist.

Gegen diese, gewöhnlich angewandte Form der Luftableitung hat Deny[1]

[1] *Die rationelle Heizung und Lüftung.* Preisgekrönte Schrift von **Ed. Deny.** Deutsche Ausgabe mit einem Anhang von **C. Haesecke.** Berlin 1886.

eine Reihe Einwendungen erhoben, und er hat gleichzeitig ein anderes Verfahren vorgeschlagen. Er geht dabei erstens von der Voraussetzung aus, dass die unreine Luft sich unter der Decke sammle. Obschon die Excretionsproducte und die Verbrennungsproducte die relativ schwerere Kohlensäure enthalten, haben sie durch ihre höhere Temperatur und der Beimengung von Wasserdämpfen zu Folge Neigung in die Höhe zu steigen. Ausserdem führt Deny auch eine Reihe positiver Untersuchungen als Beweis für die Richtigkeit seiner Annahme an. Roscoe hat z. B. in einem Theater die Luft im Parterre 2·6 p. m. und die Luft in den Gallerien 3·2 p. m. Kohlensäure enthaltend gefunden. Pettenkofer hat in einem ventilirten Saale 0·15^{m} über dem Fussboden 0·38 p. m. und 0·60^{m} von der Decke 0·68 bis 0·74 p. m. Kohlensäure gefunden u. s. w.

Indem nun die warme, unreine Luft unter der Decke mit den kalten Wänden in Berührung kommt, contrahirt sie sich, ihre Dichte wird grösser und sie fällt herab; längs der kalten Wände wird sich also eine niedergehende Strömung der schlechtesten Luft ausbilden. Diese Luft gilt es also aufzufangen und abzuleiten, damit sie sich nicht mit der übrigen Luft im Raume mische und diese verunreinige. Bei der gewöhnlichen Anordnung mit einer einzelnen oder doch wenigen, von einander ziemlich weit entfernten Abzugsöffnungen wird sie nur sehr unvollständig abgeführt. Am Fusse einer warmen Wand, wo solche Oeffnungen häufig angebracht sind, findet keine besondere Heranströmung der schlechten Luft statt, hier wird also wesentlichst nur kalte Luft abgeführt werden, und am Fusse einer kalten Wand wird nur ein Theil von den getrennten Oeffnungen aufgenommen werden; der Rest breitet sich über den Boden hinaus. Die Ableitung soll nach Deny daher nur am Fusse der abkühlenden Wände (Frontwände, kalte Corridorwände u. s. w.) stattfinden, indem man hier fortlaufende Sammelbehälter mittelst Holzpanelen oder hohler Sockel herstellt, welche oben offen sind, nur mit einem durchbrochenen Gussornament oder einem anderen Gitter versehen. Dieser durch die Innenseite der abkühlenden Wand und der Holztäfelung in verticaler, durch den Fussboden und die Abdeckung in horizontaler Richtung gebildete Sammelbehälter fängt also die von der Decke herabfallende Luft auf, nachdem sie ihre Wärme an die kalte Wand abgegeben hat. Der Sammler wird mit einem Abzugsschlote, in welchem die Luft eine Geschwindigkeit von 1·8 bis 2.0^{m} pro Secunde hat, in Verbindung gesetzt; die Geschwindigkeit der Luft in dem Sammler selbst soll nur 1·0 bis 1.2^{m} sein, wonach der Querschnitt berechnet wird.

Es liegen aber in Deny's Abhandlung keine Mittheilungen vor, ob diese Vorschläge in praktische Anwendung gebracht sind, und keine Ver-

suche, die beweisen können, dass wirklich alle Verhältnisse in Bezug auf die Luftströmungen, die Vertheilung der Kohlensäure an verschiedenen Stellen und in verschiedenen Höhen der Räume sich so stellen, wie man aus theoretischen Gründen geschlossen hat. Da die Frage in praktischer Beziehung unzweifelhaft ein grosses Interesse darbietet, habe ich es als nöthig erachtet, solche Versuche unter variirenden Bedingungen anzustellen. Gleichzeitig habe ich die Resultate der genannten Methode mit denen der gewöhnlichen Form der Luftableitung durch eine Saugeöffnung unten im Zimmer in der Nähe des Ofens und endlich mit denen der Luftableitung durch eine Saugeöffnung in dem Schornstein über dem

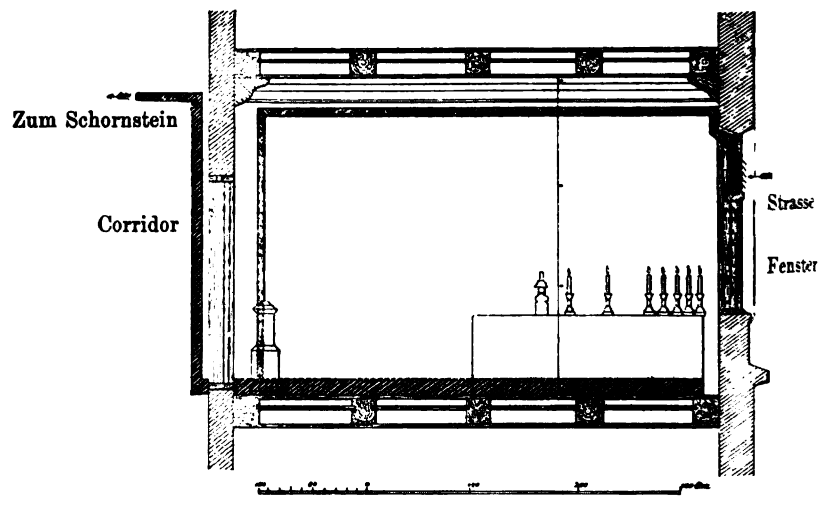


Fig. 1.

Idealer Verticalschnitt des Versuchszimmers, an welchem sowohl der längs der Treppenflurwand verlaufende Absaugecanal, als auch der längs der gegenseitigen Wand verlaufende Frischluftcanal abgesetzt ist.

Ofen in der Nähe der Decke verglichen. Durch diese letztgenannte Anordnung glaubt man im Allgemeinen dem Raum nicht nur eine grosse Wärmemenge, sondern auch eine grosse Menge unreiner Luft schnell entziehen, und in der Weise in kurzer Zeit die Luft nicht nur kälter, sondern auch in entsprechendem Maasse reiner machen zu können.

Die Versuche wurden, die zwei ersten (*A* und *B*) am 8. März, die drei letzten (*C*, *D* und *E*) am 10. März, in dem Etablissement des Hrn. Ingenieur Reck in Kopenhagen angestellt, wo alle Versuchsanordnungen nach meinem Wunsche getroffen und alle nöthigen Apparate aufgestellt waren. Für guten Beistand bei den Observationen und den Kohlensäure-

bestimmungen spreche ich dem Herrn Ingenieur Cand. polyt. Jensen und dem Herrn Chemiker Struer meinen besten Dank aus.

Das Versuchszimmer war (s. Figg. 1 und 2) von regelmässiger Form, die Länge 4.68 m, die Breite 2·59 m, die Höhe 3·11 m, das Bodenareal also 12·1 m^2, das Volumen 37·7 m^3. Das Zimmer war durch einen, mit einem Frischluftcanal in Verbindung stehenden Mantelofen geheizt. Der Frischluftcanal geht (s. Fig. 1) von einem über einer der oberen Fensterscheiben angebrachten Luftkasten aus und verläuft dicht unter der Decke bis zu der Ecke, in welcher der Ofen angebracht ist, geht dann vertical abwärts und mündet in gewöhnlicher Weise in den Fuss des Ofens hinein;

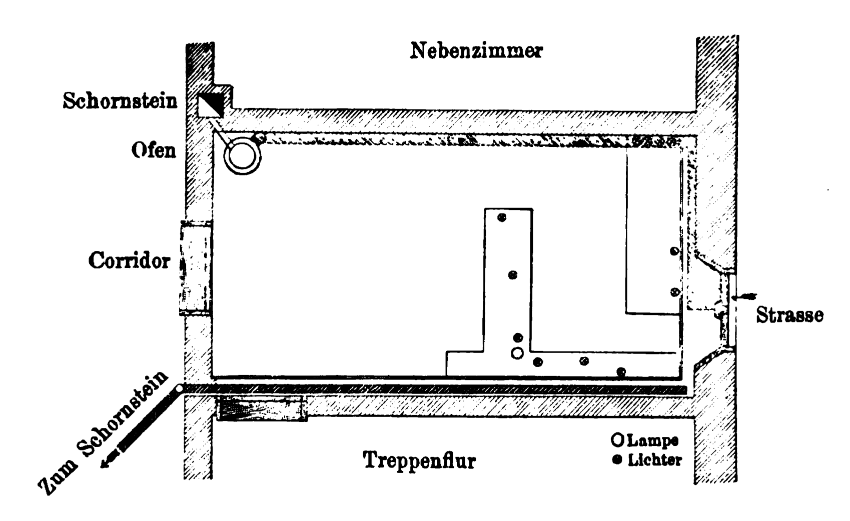


Fig. 2.
Idealer Horizontalschnitt des Versuchszimmers, an welchem sowohl der längs der Decke verlaufende Frischluftcanal, als auch der längs des Bodens verlaufende Absaugecanal abgesetzt ist.

die frische Luft strömt durch Jalousieen in der Fensterscheibe in den Canal hinein. Der Paneelsammler längs des Fusses der kalten Wände wurde von einer so luftdicht als möglich auf dem Fussboden angebrachten Holztäfelung gebildet und verlief (s. Fig. 2) längs der Fensterwand und der Wand gegen die Treppenflur, 16 cm von diesen Wänden entfernt; in Verbindung mit der Innenseite der Wände und der entsprechenden Oberfläche des Fussbodens bildete diese Täfelung einen 79 cm hohen, oben offenen Kasten. Von der Absaugeöffnung in der Wand gegen den Corridor wurde unten im Paneelsammler dicht über dem Fussboden ein Absaugecanal längs der Treppenflurwand bis zu der Ecke an der Fenster-

wand geführt; diese Anordnung war getroffen, damit das Absaugen, wenn diese Methode geprüft wurde, so gleichmässig als möglich über die ganze Ausdehnung des Paneelsammlers wirken könnte. Sowohl im Laufe dieses Canals als im Laufe des Frischluftcanals waren mit Deckeln verschliessbare Oeffnungen angebracht, zur Einführung der Anemometer, der Thermometer und der Röhren von den Manometern bestimmt. Der Frischluftcanal war circulär mit einem Diameter von $0 \cdot 13^{m}$, der Querschnitt also $0 \cdot 133^{m^2}$, der Absaugecanal ebenfalls circulär, der Diameter $0 \cdot 154^{m}$, der Querschnitt $0 \cdot 0186^{m^2}$.

Beim Versuche mit Absaugen nahe am Fussboden wurde der innere ca. $1^1/_2{}^{m}$ lange Theil des Absaugecanals von dem äusseren Theil getrennt und ausserhalb des Paneelsammlers angebracht. Bei den Versuchen mit Absaugen oben im Zimmer wurde zu einer in der Wand über dem Ofen dicht unter der Decke vorhandenen Oeffnung ein $0 \cdot 65^{m}$ langes, $0 \cdot 154^{m}$ weites, cylindrisches, horizontal angebrachtes Ansatzstück gefügt, durch dessen offenes Ende das Anemometer eingeführt wurde, während das Thermometer und die Röhre von dem Manometer durch Oeffnungen an der Seite eingeführt wurden.

Die Temperatur der Luft des Raumes wurde durch fünf Thermometer gemessen, von denen das eine in der Ecke über dem Ofen, 5^{cm} von der Decke angebracht war, während die vier übrigen an einer in der Mitte des Zimmers aufgehangenen Schnur in verschiedener Höhe (resp. 5^{cm} von der Ecke, 207·5, 109 und 5^{cm} von dem Fussboden) befestigt waren. Zur Bestimmung der relativen Feuchtigkeitsmenge der Luft diente ein gewöhnliches Psykrometer. Bei der Messung der Geschwindigkeit der Luft in den Canälen benutzten wir zwei dynamische Anemometer, für welche folgende Berechnungsformeln bestimmt waren:

Anemometer I.

Die Geschwindigkeit der Luft in Fuss pro Secunde $h = 0 \cdot 47 + 0 \cdot 29 . O$.
„ „ „ „ „ Meter „ „ $h = 0 \cdot 147 + 0 \cdot 091 . O$.
„ „ „ „ „ „ „ Stunde $h = 529 + 328 . O$.

Anemometer II.

Die Geschwindigkeit der Luft in Fuss pro Secunde $h = 0 \cdot 88 + 0 \cdot 24 . O$.
„ „ „ „ „ Meter „ „ $h = 0 \cdot 276 + 0 \cdot 075 . O$.
„ „ „ „ „ „ „ Stunde $h = 994 + 270 . O$.

Da die Anemometer bei den Bestimmungen in die Tiefe der Canäle eingeführt wurden, wo die Ausschaltvorrichtungen nicht benutzt werden konnten, waren sie mit elektrischen Klingelapparaten verbunden, die für

je 100 Umdrehungen des Flügelrades Signal gaben. Bei den einzelnen Bestimmungen liess ich die Glocke 10 mal läuten und las an einer Secundenuhr mit Ausschaltvorrichtung die Zahl der verlaufenen Secunden ab. Das O der Formel wird dann als

$$O = \frac{1000}{S}$$

berechnet, indem S die Zahl der verlaufenen Secunden bezeichnet. Da die durchströmende Luftmenge durch Multiplication von dem Querschnitt des Canals, in Quadratmeter angegeben, mit der Geschwindigkeit der Luft, in Metern angegeben, bestimmt wird, wird also die pro Stunde passirende Luftmenge, in Cubikmetern angegeben, durch folgende Formel bestimmt sein:

Anemometer I.

Der Frischluftcanal $L = 0 \cdot 0133\,(529 + 328\,\frac{1000}{S})$.

Der Absaugecanal $L = 0 \cdot 0186\,(529 + 328\,\frac{1000}{S})$.

Anemometer II.

Der Frischluftcanal $L = 0 \cdot 0133\,(994 + 270\,\frac{1000}{S})$.

Der Absaugecanal $L = 0 \cdot 0186\,(994 + 270\,\frac{1000}{S})$.

Wenn dann S durch mehrere Observationen, aus welchen man den Mittelwerth zur Einsetzung in die Formel berechnet, bestimmt wird, wird man sehr genaue Resultate erreichen.

Zur Bestimmung des Minderdruckes in den Canälen dienten Manometer, deren Schenkel mit concentrirtem Spiritus bez. Bernsteinöl gefüllt waren. Der mit Spiritus vollständig gefüllte Schenkel wurde durch eine besondere Hahnvorrichtung und einen Gummischlauch mit dem Innern des entsprechenden Canals in Verbindung gesetzt, während der mit Bernsteinöl gefüllte Schenkel der Luft des Zimmers frei ausgesetzt war. Die Druckdifferenzen wurden in Fuss Lufthöhe angegeben.[1]

Als Maass der Verunreinigung der Luft liess sich aus verschiedenen Gründen hier nur die Kohlensäure anwenden; Bestimmungen der Menge der Wasserdämpfe oder der organischen Substanzen in der Luft, wie sie von anderer Seite vorgeschlagen sind, würden bei Versuchen mit den hier vorliegenden Aufgaben viel grössere Fehlerquellen bedingt haben. Um einen so prägnanten Ausdruck als möglich für den Einfluss der verschiedenen Ableitungsmethoden auf die Reinheit der Luft zu bekommen, war

[1] 1^{mm} Wasserhöhe $= \frac{773}{314} \cdot$ 1 Fuss Lufthöhe $= 2 \cdot 46$ F. L.

es nothwendig, die Kohlensäuremenge im Zimmer viel grösser als die der äusseren Luft zu machen. Das einfachste und vielfach empfohlene Mittel hierzu ist, die Kohlensäure aus kohlensauren Salzen mittelst Säuren zu entwickeln, und wenn dies in warmem Wasser geschieht, wird die Kohlensäure mit den warmen Dämpfen in die Höhe steigen. Die Schwierigkeit liegt indessen hier darin, dass die Kohlensäure sich nicht sofort mit der Luft mischt; das Verhältniss ist hier ganz, als wenn man Schwefelsäure in eine Flasche mit Wasser giesst, will man die Mischung schnell gleichartig haben, muss man die Flasche schütteln, aber bei meinen Versuchen konnte ich die Kohlensäure nicht durch mechanische Mittel mit der Zimmerluft vermischen, weil es ja eben die Aufgabe war, den Einfluss der verschiedenen Ventilationsmethoden auf die Ausbreitung der Kohlensäure in der Zimmerluft in verschiedenen Höhen und Schichten zu studiren. Wir mussten daher ausser unseren eigenen Körpern Kerzen als Kohlensäurequellen benutzen. Diese haben den Vortheil, dass die Kohlensäure ganz wie unter gewöhnlichen Verhältnissen producirt und ausgebreitet wird, aber sie bieten zugleich den Uebelstand dar, dass sie eine grosse Wärmemenge produciren. Der Versuche wegen war es nothwendig, den Ofen zu heizen, und wenn hierzu die Wärmeentwickelung der Kerzen und unserer eigenen Körper kam, musste die Temperatur im Raume bedeutend über die normale Grenze emporsteigen. Dies führt den Uebelstand mit sich, dass die natürliche Ventilation sehr stark wird; der Unterschied zwischen der Dichte der äusseren Luft und der der inneren Luft steigt mit dem Temperaturunterschied, die äussere Luft wird mit grösserer Kraft durch alle Poren und Ritzen gepresst. Dadurch wird der Einfluss der künstlichen Ventilation auf die Luftmischung weniger prägnant, aber auf der anderen Seite werden dadurch Modificationen in den Versuchen ermöglicht, welche zu besonderen Observationen Gelegenheit geben. — Ich benutzte 12 Stearinkerzen und eine kleine Lampe, welche (vgl. Figg. 1 und 2) auf Tischen von gewöhnlicher Höhe angebracht waren.

Die Versuche könnten nun in verschiedener Weise angestellt werden. Man könnte die Kohlensäureentwickelung eine gewisse Zeit fortdauern lassen, während die Ventilationscanäle geschlossen wären, so dass die Kohlensäuremenge eine bedeutende Höhe erreichte, sie dann an verschiedenen Stellen des Zimmers messen, die künstliche Ventilation in Gang setzen, nach einer bestimmten Zeit wieder Kohlensäurebestimmungen an denselben Stellen machen und in der Weise den Einfluss der verschiedenen Absaugemethoden auf die Menge und die Vertheilung der Kohlensäure in der Zimmerluft ausfinden. Dieses Verfahren giebt noch weniger zuverlässige Resultate, weil die Kohlensäuremenge nicht nur an verschiedenen Stellen im Raume sehr verschieden sein kann, sondern auch an jeder

einzelnen Stelle von Zeit zu Zeit recht bedeutend variiren kann, selbst wenn die Ventilationsverhältnisse so constant als möglich gehalten werden. Ich wählte dann ein anderes Verfahren, indem ich die Kohlensäureentwickelung längere Zeit fortdauern liess, während die künstliche Ventilation in der Weise, welche ich bei dem nachfolgenden Versuche zu untersuchen beabsichtigte, geordnet war, um dadurch die Verhältnisse einigermassen constant zu machen, und demnächst wurde unter Beibehaltung derselben Ventilationsform der durchschnittliche Kohlensäuregehalt während einer Stunde an verschiedenen Stellen im Raume gemessen. In der Weise gewinnt man einen verhältnissmässig zuverlässigen Ausdruck für die wirkliche Menge und Vertheilung der Kohlensäure in der Zimmerluft in verschiedenen Höhen und Schichten bei den untersuchten Ventilationsmethoden.

Die Bestimmungen des durchschnittlichen Kohlensäuregehaltes wurden nach Pettenkofer's Methode ausgeführt. Die Glasaspiratoren hatten eine Grösse von 5500 bis 6360 ccm und brauchten 1 Stunde zur Entleerung. Sie waren mit Kugelröhren, worin 25 ccm Barytlösung von genau festgestelltem Titer, verbunden; die durchstreichende Luft kam nicht nur in der mittleren Kugel mit der Barytlösung in Berührung, sondern musste auch in den oberen Kugeln und den kleineren Verbindungsröhren zwei Flüssigkeitsschichten passiren. Sie wurde von den verschiedenen Observationsstellen durch lange Gummischläuche aspirirt, welche am äusseren Ende mit einer horizontal angebrachten Glasröhre verbunden war, sodass das Einsaugen der Luft immer in horizontaler Richtung geschah. Die Titration wurde mit Salzsäure nach den gewöhnlichen Regeln gemacht. Die Kohlensäurebestimmungen wurden an denselben 8 Stellen wie die Temperaturmessungen ausgeführt: 1) Im Frischluftcanal, 2) im Absaugecanale am Boden, 3) im Absaugecanale an der Decke, 4) in der Ecke über dem Ofen 5 cm von der Decke, 5) mitten im Zimmer 5 cm von der Decke, 6) mitten im Zimmer 207·5 cm über dem Boden, 7) mitten im Zimmer 109 cm über dem Boden, 8) mitten im Zimmer 5 cm über dem Boden.

Bei den Versuchen A, B und C wurde die Luft durch den innerhalb des Paneelsammlers angebrachten Canal abgeführt, während der Absaugecanal über dem Ofen geschlossen war. Bei D war diese dagegen offen, während der untere Absaugecanal geschlossen war, und bei E endlich fand das Absaugen durch den ausserhalb des Paneelsammlers nahe am Fussboden angebrachten Canal statt. Bei allen 5 Versuchen war der Frischluftcanal offen. Der Ofen war geheizt, und die Kerzen und die Lampe angezündet 2 Stunden vor dem Anfange der Versuche. Diese gaben folgende Resultate:

Tabelle I.

		A	B	C	D	E
Die Kohlensäuremenge in Volumpromille angegeben.	Im Frischluftcanal	0.48		—	—	—
	Im Absaugecanal am Boden	2·78	1·61	2·52	—	1·78
	„ „ an der Decke	—	—	—	2·04	—
	Ueber dem Ofen, 5 cm von der Decke	1·86	—	2·44	1·90	—
	Mitten im Zimmer 5 cm „ „ „	2·00	2·65	2·21	2·11	1·48
	„ „ „ 207·5 cm über dem Boden	2·05	2·31	2·00	2·39	1·92
	„ „ „ 109 „ „ „ „	2·21	2·52	2·25	2·80	2·10
	„ „ „ 5 „ „ „ „	2·19	1·68	2·28	1·87	1·94
Der Barometerstand mitten im Zimmer		745	—	764	764·5	765
Der Minderdruck in Fuss Lufthöhe angegeben.	Im Frischluftcanal	1·0	1·0	1·0	1·0	1·0
	„ Absaugecanal an der Decke	—	—	—	0·75	—
	„ „ am Boden	1·0	1·0	1·0	—	1·0
Die relative Feuchtigkeitsmenge der Luft		—	53	51—53	55—58	53·54
Der Thaupunkt		—	11·7	9·6—10·6	11·5—12·4	11·0—11·5
Die pro Stunde durchströmende Luftmenge in Cbm. angegeben.	Im Frischluftcanal	58	55	58	61	61
	„ Absaugecanal an der Decke	—	—	—	163	—
	„ „ am Boden	142	148	136	—	169
Die Temperatur in Grad C. angegeben.	Im Nebenzimmer	21·2	21·1	16·7	20·6	20·9
	„ Corridor	20·9	20·6	16·1	18·0	18·8
	In der Treppenflur	7·3	8·2	6·7	8·1	8·5
	„ „ äusseren Luft	0·4	0·8	1·0	2·4	2·9
	Im Frischluftcanal	15·7	13·9	11·2	14·5	12·2
	„ Absaugecanal an der Decke	—	—	—	29·8	—
	„ „ am Boden	20·3	19·7	16·8	—	21·4
	Ueber dem Ofen, 5 cm von der Decke	29·8	27·9	29·8	29·2	27·9
	Mitten im Zimmer 5 „ „ „ „	—	29·2	28·5	29·0	27·6
	„ „ „ 207·5 cm über dem Boden	29·5	27·8	27·0	28·0	27·3
	„ „ „ 109 „ „ „ „	27·3	25·1	24·1	25·3	24·8
	„ „ „ 5 „ „ „ „	21·7	21·2	18·5	20·5	20·7

Was beim ersten Blick auf diese Tabelle sogleich in die Augen fällt, ist der bedeutende Unterschied zwischen der eingeströmten und der ausgeströmten Luftmenge; die letztgenannte ist durchgehend gegen 3 mal so gross als die erstgenannte, obschon der Querschnitt der Absaugecanäle nur wenig grösser als der des Frischluftcanals war und der Ueberdruck in den Canälen derselbe, ja beim Versuch D sogar kleiner im Absauge- als im Frischluftcanale war. Der Grund hierzu ist indessen naheliegend. Die Luftführung eines Canals ist nämlich nicht allein von dem Querschnitt und dem Ueberdruck, sondern auch von dem Widerstand, den die Bewegung der Luft zu überwinden hat, bedingt. Unter den in dieser Beziehung wichtigsten Momenten sind zu nennen: Die Reibung der Luft an den Canalwänden, die Contraction des Luftstrahles an der Ein- und Ausströmungsöffnung, dann der Widerstand, den die Luft erleidet beim Durchgange durch Krümmungen der Canäle, ferner der Widerstand, der durch plötzliche Querschnittsverengerung des Canals entsteht, und endlich der Widerstand verursacht durch den Durchgang der Luft durch vergitterte Ausmündungsöffnungen. Ein Blick auf Fig. 1 zeigt sogleich, dass alle diese Momente sich bei meinen Versuchen in hervorragendem Grade geltend gemacht haben. Bis die äussere Luft in das Zimmer hineingetreten ist, hat sie erst den Luftkasten und den langen winkeligen Frischluftcanal passiren müssen, hat sich demnächst in dem ringförmigen Raum zwischen dem Ofen und dessen Mantel ausbreiten und endlich das diesen Raum deckende Gitter passiren müssen. Beim Absaugen hat die Luft dagegen innerhalb des Zimmers nur verhältnissmässig kurze und gerade Canäle passiren müssen; die Luftführung ist deshalb hier viel grösser, obschon der Unterdruck derselbe ist. In derselben Weise erklärt sich auch der gefundene Unterschied in der bei den verschiedenen Versuchen abgeführten Luftmenge. Bei den Versuchen A, B und C hat die Luft erst den Paneelsammler und danach den 4·68 ^{m} langen geraden Canal im Boden des Sammlers passiren müssen, während bei den Versuchen D und E die Absaugeöffnung in mehr directer Verbindung mit der Luft im Zimmer stand, und die abgeführte Luft innerhalb des Zimmers nur ein ganz kurzes Canalstück zu passiren hatte. Dementsprechend variirte die Menge der abgeführten Luft bei den drei ersten Versuchen zwischen 136 und 148 ^{m3} pro Stunde, bei den zwei letzten dagegen zwischen 163 und 169. — Das Missverhältniss zwischen der ein- und ausgeströmten Luftmenge wird noch grösser, wenn man berücksichtigt, dass eine gewisse Menge Luft (ca. 4 ^{m3} pro Stunde) gleichzeitig durch das Zugventil des Ofens ausgesogen ist. Der Unterschied zwischen der ein- und ausgeströmten Luftmenge muss dann von der „natürlichen Ventilation“ gedeckt sein. Dass diese Lufteinströmung bei meinen Versuchen so gross war, rührt

von der starken Heizung des Zimmers (bis 29,5°) her, die grosse Temperaturdifferenz zwischen Aussen- und Binnenluft und der dadurch bedingte grosse Unterschied in der Dichte hat eine starke Einströmung durch alle Poren und Spalten bewirkt. Dass diese Einströmung mit der Temperaturdifferenz wächst, liegt in der Natur der Sache und ist zudem durch zahlreiche Versuche bewiesen, und obschon diese Versuche den dabei angewandten Methoden zufolge nicht auf grosse Genauigkeit Anspruch machen können, geben sie doch eine zuverlässige Andeutung des Verhältnisses. Es ist daher auch leicht erklärlich, dass in mein Versuchszimmer, dessen Volumen 37·7 ^{m3} war, bei einer Temperaturdifferenz von ca. 25 bis 29° zwischen Aussen- und Binnenluft und bei starkem Absaugen bis ca. 112 ^{m3} (wenn man auch das Absaugen durch den Ofen berücksichtigt) in der Stunde hereinströmte, also eine noch grössere Luftmenge als einer dreimaligen Lufterneuerung in der Stunde entsprechend.[1]

Es ist eine allgemeine Erfahrung, die auch durch directe Luftmessungen constatirt ist, dass die Aussen- und Binnenluft bei fast allen Localen in leichter Verbindung untereinander stehen. In einem dänischen Hospital, dessen Säle durch Mantelöfen geheizt wurden, bestimmte Reck[2] die durch den Frischluftcanal, bez. die bei offenem und bei geschlossenem Absaugecanal einströmende Luftmenge, und fand, dass die unter der erstgenannten Bedingung einströmende Luftmenge nur mit 25 Procent verringert wurde, wenn der Absaugecanal geschlossen wurde. In dem Hospital Beaujon zu Paris wurde in einem Zimmer der Absaugecanal geschlossen und danach eine Luftmenge, einer $3^1/_2$ maligen Lufterneuerung in einer Stunde entsprechend, eingetrieben, aber obschon die Thüren in diesem wie in dem obengenannten Versuche genau geschlossen waren, war der dadurch hervorgerufene Unterdruck im Zimmer nur höchst unbedeutend.

Aus Pettenkofer's Versuchen wissen wir, dass der Luftaustausch nur mit einem kleineren Theil verringert wird, wenn die Thüren und Fenster so genau als eben möglich gedichtet werden. Auch die Porenventilation durch die Mauern, auf welche man so grosses Gewicht gelegt hat, spielt dabei nur eine untergeordnete Rolle. Durch eine 0·45^m dicke Ziegelsteinmauer, auf welche ein Sturmwind (Luftdruck = 72·74^{kg} pro 1 ^{m2}) weht, wird in einer Stunde nur 55·6 Liter Luft pro 1 ^{m2} passirt; wenn die Mauer mit Leimfarbe gestrichen ist, nur 28, und wenn sie von

[1] Im Allgemeinen wird angenommen, dass man die Ventilation nicht über eine 8malige Lufterneuerung in der Stunde forciren kann, ohne genirende Zugkraft hervorzurufen. Bei meinen Versuchen wurde die Ventilation bis zu mehr als einer $4^1/_2$ maligen Lufterneuerung forcirt, ohne dass directer Zug bemerkt wurde.

[2] A. B. Reck, *Hvorledes skulle vi bedst ventilere og opvarme vore Skoler, Hospitaler* etc.

Regen durchnässt ist, sogar nur 14 Liter. Bei Windstille und einer Temperaturdifferenz zwischen Aussen- und Binnenluft von 30° wird durch dieselbe Mauer nur 0·2 Liter Luft pro 1 $^{m^2}$ in einer Stunde passiren. In meinem Versuchszimmer, dessen Thüren und Fenster sorgfältig gedichtet und dessen dicke, wohlgeputzte Mauern mit Oelfarbe gestrichen waren, ist offenbar die Hauptmenge der eingeströmten Luft durch den Boden und die Decke hereingekommen. In einem geheizten, aber nicht ventilirten Zimmer bildet sich im unteren Theile ein Unterdruck aus, sodass die Luft hier durch den Boden und die Wände hereinströmt, im oberen Theile dagegen bildet sich ein Ueberdruck aus, sodass die Luft durch die Decke und die Wände ausströmt. In meinem Versuchszimmer herrschte dagegen in allen Theilen des Raumes ein bedeutender Unterdruck, und die Luft musste demgemäss sowohl durch die Decke als durch den Boden hereinströmen.

In der Regel wird es als ein hygienischer Vortheil betrachtet, dass die grösstmögliche Menge Luft in unsere Zimmer hereinströmt, wenn eben nicht dadurch Zugluft und Kälte hervorgerufen wird, indem man von der Voraussetzung ausgegangen ist, dass die einströmende Luft reiner sei als die Binnenluft, insofern die äussere Luft nicht durch naheliegende Gruben, unreine Abflüsse, übelriechende Fabrikationen u. s. w. verunreinigt ist oder unreine Luft von anderen Räumen im Hause oder vom Untergrunde herbeiströmen kann. Diese Voraussetzung ist aber nicht stichhaltig. Unsere hölzernen Fussböden sind, wie bekannt, in der Regel sehr undicht; in dem Zwischendeckenmaterial häuft sich allmählich eine grosse Menge Schmutz an, es entwickeln sich darin verschiedene Gährungs- und Fäulnissprocesse, welche Ammoniak, Salpetersäure, Kohlensäure u. s w. liefern. Es ist nun einleuchtend, dass, wenn wir unter uns ein geheiztes aber nicht künstlich ventilirtes Zimmer haben, in dessen oberem Theil ein Unterdruck herrscht, wird die unreine Luft von da zu uns aufströmen, und auf ihrem Weg durch das Zwischendeckenmaterial wird sie noch mehrere unreine Beimengungen aufnehmen. Und haben wir durch ein starkes Luftabsaugen einen Unterdruck im oberen Theile unseres Zimmers hervorgerufen, können wir ebenfalls durch die Decke und durch den Boden des obenliegenden Stockwerkes einen sehr unreinen Luftstrom empfangen.

Das nächstliegende Mittel, diesem Uebelstand vorzubeugen, nämlich vollständig dichte Decken und Boden herzustellen und reines und desinficirendes Zwischendeckenmaterial zu benutzen, lässt sich nur sehr selten in Anwendung bringen, und es ist daher eine wichtige Frage, ob sich von der Seite der Ventilationstechnik etwas in der Richtung thun lässt. In nicht künstlich ventilirten Zimmern ist dies nicht möglich, hier wird sich bald nach dem Anfange der Heizung eine Unterdruck im unteren Theile

des Raumes ausbilden. In künstlich ventilirten Räumen wird man dagegen zum wesentlichsten Theil die Lufteinströmung durch den Boden und die Decke verhindern können, wenn man das Verhältniss zwischen der Luftzuleitung und Luftableitung so ordnet, dass sich nirgends im Raum ein wesentlicher Unterdruck ausbilden kann. In dieser Richtung bieten die Ventilationsvorrichtungen oft grosse Fehler dar. Es muss wohl erinnert werden, dass die Luftführung eines Canals nicht nur von dem Querschnitt und den Druckverhältnissen, sondern auch von den Widerstandsverhältnissen abhängt. In der Regel mündet die Absaugeöffnung unmittelbar in den Rauchschornstein oder in einen verticalen Abzugscanal hinein, in welchem die Luft nur den Reibungswiderstand längs der Canalwände zu überwinden hat. Der Frischluftcanal dagegen, der entweder unter dem Boden oder oben längs der Decke und danach längs der verticalen Wand bis zum Fusse des Ofens geführt wird, bietet seinen Biegungen und Winkeln zufolge der Strömung der Luft ein wesentliches Hinderniss dar, welches noch mehr dadurch vergrössert wird, dass die Luft sich in dem Raume zwischen dem Ofen und dessen Mantel ausbreiten und danach das diesen Raum deckende Gitter passiren soll. Der Querschnitt des Frischluftcanals soll daher, unter genauer Berücksichtigung aller auf die Widerstandscoefficiente influirenden Momente, so gross berechnet werden, dass die bei gewöhnlicher Heizung und bei sonst normalen Verhältnissen durchströmende Luftmenge allen Ansprüchen auf Lufterneuerung vollständig genügt, und der Querschnitt des Absaugecanals und der Absaugeöffnung soll so berechnet werden, dass eine etwas kleinere Menge Luft abgeleitet als zugeleitet wird. Bei Heizung durch Centralwärmeapparate müssen dieselben Regeln mutatis mutandis befolgt werden.

Untersuchen wir nun näher die Resultate der Kohlensäurebestimmungen (vgl. Tab. I), so macht sich sogleich die unregelmässige Vertheilung der Kohlensäure im Raume bemerkbar. Bei keinem der Versuche lässt sich eine regelmässige Ab- oder Zunahme von Boden gegen Decke nachweisen. Im Gegentheil zeigt es sich, dass bei den verschiedenen Formen des Luftabsaugens und bei verschiedener Heizungsart mehr oder weniger kohlensäurehaltige Schichten in verschiedenen Höhen miteinander wechseln. Es lässt sich also keine Ventilationstheorie auf die Supposition von einer regelmässigen Ansammlung der kohlensäurehaltigsten Luft unter der Decke basiren, man muss hier mit viel mehr variirenden Factoren rechnen.

Ferner fällt es sogleich in die Augen, dass bei zwei Versuchen (A und C) die Kohlensäuremenge grösser gefunden ist als an irgend einer Stelle im Raume, woraus also hervorgeht, dass, obschon die durchschnittliche Kohlensäuremenge an fünf verschiedenen Stellen in dem Zimmer gleichzeitig bestimmt wurde, sie doch an der Stelle, wo

sie am grössten war, nicht observirt ist. Diese Stelle muss nach den Rauchversuchen, welche später näher besprochen werden sollen, nach der Ecke zwischen der Fensterwand und der Treppenflurwand verlegt werden, wohin die Zimmerluft von dem am Boden des Paneelsammlers angebrachten Absaugecanal aspirirt wurde.

Am ersten Versuchstage wurde in 6 Stunden 205·5 cm Stearinkerzen, am zweiten Versuchstage in $8^1/_2$ Stunden 271·5 cm, durchschnittlich also 33 cm pro Stunde verbraucht. 1 kgrm Stearinsäure ($C_{36}H_{36}O_4$) = 12 Kerzen à 27·3 cm erzeugt ca. 1400 Liter Kohlensäure. 1 cm Stearinkerze erzeugt also $\frac{1400}{328}$ = 4·27 Liter. Pro Stunde ist also von den Kerzen 4·27 . 33 = 141 Liter Kohlensäure erzeugt worden. Die Lampe hat 23 Liter und drei Menschen 69 Liter geliefert; die gesammte Kohlensäureproduction ist also 233 Liter pro Stunde gewesen. Setzen wir nun den Kohlensäuregehalt der von aussen einströmenden Luft für alle Versuche zu 0·48 p. m. (bestimmt im Frischluftcanale beim ersten Versuche) an, subtrahiren diesen Werth von dem bei jedem einzelnen Versuche im Absaugecanal bestimmten Kohlensäuregehalt und berechnen mit der Differenz als Factor die bei den einzelnen Versuchen abgesaugte Kohlensäuremenge, so bekommen wir folgende Resultate:

Tabelle II.

Versuch	A	B	C	D	E
Pro M. Kohlensäure im Absaugecanal	2·73	1·61	2·52	2·04	1·78
„ „ „ „ Frischluftcanal	0·48	0·48	0·48	0·48	0·48
Differenz	2·25	1·13	2·04	1·56	1·30
Pro Stunde abgesaugt Cubikmeter Luft	142	148	136	163	169
„ „ „ Liter Kohlensäure	320	167	277	254	220

Man ersieht also, dass, wenn die Kohlensäuremenge in der gesammten durch die Begrenzungen des Zimmers eingeströmten Luft zu 0·48 p. m. angesetzt wird, nur bei zweien der Versuche (B und E) eine geringere Menge Kohlensäure als die von den Beleuchtungsapparaten und den Menschen producirte abgesaugt ist. Beim Versuch E wird dieses Deficit ungefähr compensirt, wenn man die Kohlensäuremenge in der durch den Ofen ausgesaugten Luft berücksichtigt, und beim Versuch B deuten ausserdem die auffallend hohen Ziffern (vgl. Tab. I) für die Kohlensäuremenge in den unteren Partieen des Zimmers an, dass eine bedeutende Vermehrung der Kohlensäuremenge der Zimmerluft innerhalb der Versuchszeit stattgefunden hat. Bei den übrigen Versuchen (A, C und D)

ist die angegebene abgesaugte Kohlensäuremenge grösser, theilweise auch viel grösser, als die im Zimmer producirte, und der factische Unterschied ist selbstfolglich noch grösser gewesen, indem in den obenstehenden Ziffern die durch den Ofen abgesaugte Kohlensäure nicht mit einbegriffen ist. Dieser Unterschied lässt sich nur dadurch erklären, dass ein Theil der durch die Begrenzungen des Zimmers eingeströmten Luft viel mehr Kohlensäure als die Aussenluft enthalten hat, und dieser Theil kann nur der durch den Boden und die Decke eingeströmte sein.[1] Eben weil der Querschnitt des Absaugecanals ein wenig grösser als der des Frischluftcanals war und die Hindernisse für die Bewegung der Luft viel geringer als in dem letztgenannten waren, wozu noch das Absaugen durch den Ofen kommt, war die Versuchsanordnung besonders geeignet, eben diese Gefahr für Verunreinigung der Zimmerluft zu demonstriren. Die Wirkung dieses Moments wird sich, wenn die Permeabilität des Bodens und der Decke constant ist, stärker geltend machen, wenn das unterliegende Zimmer geheizt und das obenliegende kalt ist, und vice versa.

Die durchschnittliche Kohlensäuremenge sowohl im Absauge- und Frischluftcanal als an den verschiedenen Observationsstellen im Raume bei den einzelnen Versuchen ist schon in der Tabelle I angegeben, aber die Variationen in verschiedenen Richtungen und deren gegenseitiges Verhältniss werden noch deutlicher aus den nachfolgenden tabellarischen Zusammenstellungen hervorgehen.

Tabelle III.

Der CO_2-Gehalt an den verschiedenen Stellen, indem der CO_2-Gehalt im Absaugecanal = 1 gesetzt ist.

	A	B	C	D	E
Im Absaugecanal am Boden	1	1	1	—	1
„ „ an der Decke	—	—	—	1	—
Ueber dem Ofen, 5 cm von der Decke . . .	0·68	—	0·97	0·93	—
Mitten im Zimmer, 5 cm „ „ „ . . .	0·73	1·64	0·88	1·03	[illegible]
„ „ „ 207·5 cm über dem Boden	0·75	1·43	0·79	1·17	[illegible]
„ „ „ 109 „ „ „ „	0·81	1·56	0·89	1·37	[illegible]
„ „ „ 5 „ „ „ „	0·80	1·04	0·89	0·92	[illegible]

[1] Charakteristisch in dieser Beziehung ist es auch, dass an jedem Versuchstage die grösste Kohlensäuremenge beim ersten Versuche abgesaugt ist.

Tabelle IV.

Das Verhältniss zwischen der Zunahme des CO_2-Gehaltes (über den CO_2-Gehalt der Aussenluft hinaus) an den angegebenen Stellen und dem im Absaugecanal gefundenen, indem diese letztgenannte = 1 gesetzt ist.[1]

	A	B	C	D	E
Im Absaugecanal am Boden	1	1	1	—	1
„ „ an der Decke	—	—	—	1	—
Ueber dem Ofen, 5 cm von der Decke . .	+ 9·5 0·61	+ 8·2 —	+13·0 0·96	− 0·6 0·91	+ 6·5 —
Mitten im Zimmer 5 „ „ „ „ . .	 0·68	+ 9·5 1·92	+11·7 0·85	− 0·8 1·04	+ 6·2 0·77
„ „ „ 207·5 cm üb. dem Boden	+ 9·2 0·70	+ 8·1 1·62	+10·2 0·75	− 1·8 1·22	+ 5·9 1·11
„ „ „ 109 „ „ „ „	+ 7·0 0·77	+ 5·4 1·80	+ 7·3 0·87	− 4·5 1·49	+ 3·4 1·25
„ „ „ 5 „ „ „ „	+ 1·4 0·76	+ 1·5 1·06	+ 1·7 0·86	− 9·3 0·89	− 0·7 1·12

Tabelle V.

Der Unterschied zwischen dem CO_2-Gehalt im Absaugecanal und dem an den übrigen Observationsstellen gefundenen.

	A	B	C	D	E
Ueber dem Ofen, 5 cm von der Decke . .	−0·87	—	−0·08	−0·14	—
Mitten im Zimmer 5 „ „ „ „ . .	−0·78	+1·04	−0·31	+0·07	−0·30
„ „ „ 207·5 cm über dem Boden	−0·68	+0·70	−0·52	+0·35	+0·14
„ „ „ 109 „ „ „ „	−0·52	+0·91	−0·27	+0·76	+0·32
„ „ „ 5 „ „ „ „	−0·54	+0·07	−0·29	−0·17	+0·16

Ein Blick auf diese Tabellen enthüllt sogleich eine charakteristische Eigenthümlichkeit bei den Versuchen A und C, beide mit Absaugen durch den Paneelsammler ausgeführt, indem die Kohlensäuremenge im Absaugecanal grösser als an irgend einer der übrigen Observationsstellen gewesen ist. Das wird schon aus der Tabelle I ersehen, in welcher die angeführten Werthe, resp. 2·73 und 2·52 grösser sind als die übrigen Werthe in derselben verticalen Colonne. Die Grösse dieses Unterschiedes wird aus der Tab. V und Tab. III ersehen, welche resp. den absoluten und den relativen Unterschied angeben, und aus der Tab. IV, welche die relative Zunahme der Kohlensäuremenge angiebt. In der Tab. V bekommen wir

[1] Die mit den Plus- und Minuszeichen versehenen Ziffern der Tabelle IV bezeichnen die Temperaturdifferenz zwischen der Observationsstelle und dem Absaugecanal.

daher in den entsprechenden zwei verticalen Colonnen für sämmtliche Observationen im Zimmer negative Werthe, in den Tab. III und IV Werthe kleiner als 1, während die übrigen Versuche grösstentheils bezw. positive Werthe und Werthe grösser als 1 gaben. Insofern bieten diese zwei Versuche eine wesentliche Ueberlegenheit über die drei anderen dar. Es ist einleuchtend, dass, je kohlensäurereicher die abgesaugte Luft ist, je reiner wird die Zimmerluft, eine gleichmässige Production und Einströmung von Kohlensäure vorausgesetzt, werden. Hiermit stimmt es auch überein, dass die Kohlensäuremenge in der Höhe, welche für die Respiration der Bewohner die grösste Bedeutung hat (207·5 und 109 ^{cm} über dem Boden bei diesen Versuchen viel kleiner war als beim Versuch D, bei welchem das Absaugen oben unter Decke vorgenommen wurde. Freilich sind die entsprechenden Werthe etwas grösser als beim Versuch E mit Absaugen am Boden ausserhalb des Paneelsammlers, aber diese Abweichung referirt sich zu der bei diesem Versuche grösseren Luftabführung. Soll dieser Versuch mit den Versuchen A und C verglichen werden, müssen die für den Kohlensäuregehalt an den zwei angegebenen Stellen gefundenen Werthe in Relation zu einer abgesaugten Luftmenge von ca. 140 ^{m3} gestellt werden, und man bekommt dann die Werthe 2·32 und 2·54 p. m., also bedeutend grössere Werthe als die bei den Versuchen A und C gefundenen.

Wenn wir indessen hieraus eine Conclusion zu Gunsten des Absaugens durch den Paneelsammler im Vergleich mit den anderen Ableitungsmethoden ziehen wollen, begegnen wir sogleich einem scheinbaren Widerspruch in den Resultaten des Versuchs B. Obschon die Ableitung hier ganz in derselben Weise durch den Paneelsammler als in den Versuchen A und C vorgenommen wurde, war das Resultat nur wenig befriedigend. Die Kohlensäuremenge im Absaugecanal war geringer als an irgend einer der Observationsstellen im Zimmer, und ebenso war sie verhältnissmässig bedeutend in der Respirationshöhe. Diese Unübereinstimmung mit den anderen, mit Ableitung durch den Paneelsammler vorgenommenen Versuchen kann für einen kleinen Theil dadurch erklärt werden, dass die starke Insolation unmittelbar vor dem Versuche die Aussenwände etwas erwärmt hatte, so dass der niedergehende Luftstrom längs deren innerer Seite etwas schwächer geworden ist. Dieses Moment kann indessen nur eine sehr untergeordnete Bedeutung gehabt haben. Der Hauptgrund zu dem abweichenden Resultate war, dass der Ofen in der Versuchszeit nicht geheizt war, was dagegen bei den Versuchen A und C der Fall war. Dieses Moment hat einen sehr charakteristischen Unterschied in dem Verhältniss der Luftströmungen bewirkt, dessen Einzelheiten in mehreren Beziehungen Interesse darbietet.

Aus den Temperaturobservationen (Tab. I) wird ersehen, dass der

bezügliche Versuch der einzige war, bei welchem die Wärme oben unter der Decke über dem Ofen geringer war als unter der Decke mitten im Zimmer. Während die Temperatur des Raumes übrigens, der vorausgegangenen Heizung und der Wärmeproduction der Beleuchtungsapparate und der Bewohner zufolge, verhältnissmässig bedeutend war, ist eine kühlere Luft durch den Mantelraum des Ofens eingeströmt; sie hat sich deshalb nicht in einem gesammten Strom gegen die Decke bewegen können, sondern ist bald gegen den Fussboden herabgesunken. Von jeder einzelnen Kerze und Lampe und von jedem Bewohner steigt freilich ein warmer Luftstrom empor, und dass diese Strömung bei den bezüglichen Versuchen bedeutend gewesen ist, geht aus dem mitten im Zimmer unter der Decke gefundenen hohen Temperaturgrad (29·2°) hervor; aber rings um jeden solchen aufgehenden Luftstrom entwickeln sich entsprechende niedergehende Strömungen. Durch diese Heizungsart bekommt die Luftschicht oben unter der Decke nicht die starke horizontale Bewegung, welche bei der gewöhnlichen Heizung von so grosser Bedeutung für die Ventilation ist, indem die vom Zimmer emporsteigende unreine Luft in der Weise gegen die Wände geführt wird, wo sie abgekühlt wird und gegen den Boden herabsinkt, um da abgesaugt zu werden. Indem diese Bewegung bei dem bezüglichen Versuche ausgefallen ist, hat die unreine Luft sich theilweise unter der Decke sammeln müssen, theilweise ist sie durch die besprochenen niedergehenden Strömungen wieder in das Zimmer herabgeführt worden, und umgekehrt ist nur ein kleinerer Theil längs der Wände gegen den Paneelsammler herabgesunken. Dieses Verhältniss finden wir auch in einer äusserst charakteristischen Weise in den Resultaten der Kohlensäurebestimmungen ausgedrückt. Während die Kohlensäuremenge im Absaugecanale bei diesem Versuche geringer war als bei irgend einem der übrigen, war sie oben unter der Decke mitten im Zimmer bedeutend grösser, in der für die Respiration wichtigsten Höhe (207·5 und 109 ^{cm} über dem Boden) waren ebenfalls die für den CO_2-Gehalt gefundenen Werthe grösser als die bei den Versuchen A, C und D gefundenen, und wenn man die bei dem Versuche E stattgefundene reichlichere Ventilation berücksichtigt, repräsentirt auch dieser Versuch keine Abweichung von den übrigen drei in der besprochenen Richtung.

Es scheint also aus dem Vergleich zwischen diesem und den übrigen Versuchen hervorzugehen, dass man durch die besprochene Methode nur dann eine befriedigende Ableitung der unreinen Luft erreichen kann, wenn die Heizung so geordnet ist, dass ein kräftiger, emporsteigender warmer Luftstrom der Luftschicht oben unter der Decke eine starke horizontale Bewegung mittheilt. Aber es geht aus diesem Versuche noch eine andere praktische Lehre hervor. Indem die ganze

Menge der von aussen einströmenden Luft bei diesem Versuch, im Gegensatz zu den übrigen, mit einem geringeren Wärmegrad hereinkommt, sinkt sie sogleich gegen den Boden herab, mischt sich also nur mehr indirect und unvollständig mit der übrigen Luft im Zimmer und kommt in der Weise in geringerem Grade der Respiration der Bewohner zu Gute. Dementsprechend sehen wir dann auch, dass, obschon die Kohlensäuremenge in der Zimmerluft an den übrigen Observationsstellen, theils absolut, theils relativ im Verhältniss zur Intensität der Ventilation, grösser war als bei den übrigen Versuchen, war sie dagegen an der Observationsstelle 5 ^{cm} über dem Fussboden absolut kleiner als bei allen diesen. Diese Resultat bekräftigt also die Richtigkeit der alten Regel, dass d i e frische L u f t n i c h t i n k a l t e m Z u s t a n d e i n d a s Z i m m e r h e r e i n s t r ö m e n m u s s. Man hat freilich festhalten wollen, dass nur der Theil der frischen Luft, dessen Aufgabe es ist, den Wärmeverlust durch die Wände zu ersetzen, mit einem höheren Wärmegrad eingeführt werden muss, während der übrige Theil, welcher am nächsten der Respiration der Bewohner dienen soll, nur mit dem „der Normaltemperatur" des Zimmers (ca. 15 bis 20°) entsprechenden Wärmegrad einströmen muss. Zur Durchführung dieses Princips sind verschiedene Methoden vorgeschlagen, aber über ihre praktische Durchführbarkeit und über die Resultate, welche man dadurch erreichen kann, verlautet nur sehr wenig. Bei der Localheizung, von welcher hier hauptsächlich die Rede ist, muss es daher, wenigstens vorläufig, die Aufgabe sein, die gesammte Menge frische Luft in hinlänglich erwärmtem Zustande einzuführen, was am Besten geschieht, wenn man zur Heizung einen Mantelofen mit Frischluftcanal anwendet, dessen Luftführung nicht nur den allgemein anerkannten Forderungen an die Intensität der Ventilation genügt, sondern auch in einem passenden Verhältniss zu der Luftführung des Absaugecanals steht.

Der Versuch D wurde vorgenommen zum Zweck, zu untersuchen, ob die allgemeine Annahme richtig ist, dass man durch eine Oeffnung im Schornsteine über dem Ofen in kurzer Zeit eine grössere Wärmemenge und eine grössere Menge unreine Luft als durch eine Oeffnung nahe am Fussboden ableiten könne. Das Resultat zeigt, dass die Luft bei dieser Ableitungsart das Zimmer mit einer verhältnissmässig hohen Temperatur verlässt; bei diesem Versuche war die Temperatur im Absaugecanal 29·8°, während sie beim Absaugen durch eine Oeffnung am Fussboden (Versuch D) 21·4° war, und bei den Versuchen mit Absaugen durch den Paneelsammler resp. 20·3°, 19·7° und 16·8°, also viel niedriger war. Dagegen zeigte die Methode sich keineswegs wirksam in Bezug auf die Entfernung der Kohlensäure, in der Richtung steht sie nicht nur hinter dem Absaugen durch den Paneelsammler, sondern auch hinter dem Ab-

saugen durch eine Oeffnung nahe am Fussboden. Obschon beim Versuch D eine grössere Kohlensäuremenge als beim Versuch E abgesaugt wurde, war doch der CO_2-Gehalt in der Respirationshöhe bedeutend grösser, was dafür spricht, dass die Einströmung von Kohlensäure durch die Decke reichlich gewesen ist. Das Resultat deutet also an, dass man durch eine Absaugeöffnung über dem Ofen freilich eine grosse Wärmemenge, aber auf der anderen Seite keine verhältnissmässig grosse Menge unreine Luft aus dem Zimmer abführen kann.

In Bezug auf den Einfluss der verschiedenen Absaugemethoden auf die Vertheilung der Wärme im Raume lassen sich aus diesen Versuchen keine entscheidende Erläuterungen erwarten. Wir könnten freilich die Wärmeproduction während der verschiedenen Versuche einigermassen constant erhalten, aber wir waren nicht im Stande, die Variationen im Wärmeverluste, welche von der verschiedenen Intensität der Insolation und der verschiedenartigen Heizung der angrenzenden Räume u. s. w. bedingt waren, zu beherrschen. Der Unterschied zwischen der Temperatur an der Decke und der am Boden variirte, wie aus der Tabelle I ersehen wird, zwischen 6·9 und 10°; am Geringsten war er bei dem Versuche mit Absaugen durch eine Oeffnung am Fussboden, was sich leicht dadurch erklären lässt, dass die warme Luft in dem oberen Theile des Zimmers bei dieser Ableitungsform am Stärksten gegen den Boden aspirirt wird. — In Bezug auf die Ausnutzung der im Zimmer producirten Wärme, insoweit diese sich aus der Temperatur der Luft im Absaugecanale beurtheilen lässt, gaben die Versuche dagegen einige Erläuterungen; am Geringsten war sie beim Absaugen an der Decke, am Grössten dagegen beim Absaugen durch den Paneelsammler. Die Versuche sprechen also dafür, dass diese letztgenannte Methode nicht nur die relativ vollständigste Ableitung der unreinen Luft im Zimmer bewirkt, sondern dass sie auch die meist ökonomische ist, indem sie die relativ vollständigste Ausnutzung der im Zimmer producirten Wärme bedingt.

Die Variationen in der relativen Feuchtigkeitsmenge der Luft während der Versuche wurden nur bei den drei letzten observirt. Bei allen war die Feuchtigkeitsmenge etwas grösser am Schlusse als am Anfange des Versuches, was sich dadurch erklären lässt, dass wir die Thür unmittelbar vor jedem Versuche öffnen mussten um die zu den Kohlensäurebestimmungen nothwendigen Apparate einzubringen. Aber auch an diesem Punkte hat das Absaugen durch den Paneelsammler seine Ueberlegenheit über die zwei anderen Methoden behauptet, indem die Werthe (vgl. Tab. I) für die relative Feuchtigkeitsmenge beim Versuch C niedriger waren als bei den Versuchen D und E, ein Resultat, welches um so viel mehr bezeichnend ist, als die Temperatur in der Höhe, in welcher die Psychro-

meterbestimmungen vorgenommen wurden (ca. 109 cm über dem Boden), bei C geringer war als bei den zwei letzten Versuchen, und zudem war die Intensität der Ventilation viel geringer, 136 $^{m^3}$ gegen bezw. 163 und 169 $^{m^3}$ Luft in einer Stunde. Die absolute Feuchtigkeitsmenge in der Aussenluft und die Entwickelung von Wasserdämpfen im Versuchszimmer war bei allen Versuchen ungefähr unverändert.

Endlich führte ich eine Reihe Rauchversuche aus, um dadurch die Luftströmungen im Versuchszimmer bei den verschiedenen Absauge-methoden sichtbar zu machen. Sie wurden alle bei geheiztem Ofen, aber ohne künstliche Beleuchtung in der Weise ausgeführt, dass Tabaksrauch, soweit möglich gleich viel bei allen Versuchen, in den Frischluftcanal geblasen wurde. Der Rauch ging dann durch den Canal in den Raum zwischen dem Ofen und dessen Mantel hinein und strömte von da mit der erwärmten Luft gegen die Decke empor.

Beim Versuche mit Absaugen am Boden breitete die am Ofen emporsteigende Rauchsäule sich schnell unter der Decke in allen Richtungen aus. Wenn der Rauch die Wände erreichte, begann hier eine niedergehende Bewegung, je schneller, je kälter die Wände waren, am Schnellsten vor dem Fenster. Diese Wandströme, welche bis zu ca. 4 Fuss vom Boden deutlich gesehen werden konnten, gaben in ihrem ganzen Verlaufe grössere und kleinere Beiträge zu der Rauchmasse ab, welche allmählich den ganzen oberen Theil des Zimmers erfüllte, indem sie sich in einigermassen parallelen Schichten von der Decke herabsenkte, ohne dass man in ihr regelmässige Bewegungen in horizontaler Richtung entdecken konnte. In dem ganzen unteren Theile des Zimmers bewegte sich der Rauch zum wesentlichsten Theil gegen die Absaugeöffnung, während nur ein kleinerer Theil den Weg gegen den Ofen einschlug, wo er theils durch das Luftventil eingesaugt wurde, theils von dem warmen emporsteigenden Luftstrom rings um den Ofen aufgenommen und so wieder gegen die Decke geführt wurde.

Beim Absaugen über dem Ofen hatte der vom Mantelraume aufsteigende Rauchstrom eine sehr grosse Schnelligkeit. Es strömte sogleich eine bedeutende Rauchmenge in die Absaugeöffnung hinein, aber der Theil des Rauches, welcher rings um die Oeffnung vorbeipassirte, zeigte keine wesentliche Bewegung gegen dieselbe hin. Er strömte im Gegentheil in allen Richtungen, obschon mit verhältnissmässig geringer Schnelligkeit, unter der Decke hinaus. Die niedergehenden Strömungen längs der kalten Wände waren weniger deutlich, viel schwächer als bei dem oben referirten Versuche. Von der Decke senkte sich die Rauchmasse ebenfalls in einigermassen parallelen Schichten gegen den unteren Theil des Zimmers herab, wo sie nur eine ganz schwache Bewegung gegen den Ofen hin darbot.

Bei den Versuchen mit Absaugen durch den **Paneelsammler** ging die Rauchsäule vom Mantelraum des Ofens nicht ganz vertical empor, sondern neigte sich ein wenig gegen die Mitte des Zimmers hin. Sobald der Rauch die Decke erreicht hatte, bewegte er sich mit grosser Schnelligkeit gegen die Ecke zwischen der Fensterwand und der Treppenflurwand hin, wo sich die Oeffnung des Absaugecanals am Boden des Paneelsammlers befand, während er in geringerer Menge und mit geringerer Schnelligkeit unter dem übrigen Theil der Decke ausströmte. Besonders in der besprochenen Ecke, aber auch längs der übrigen Theile der kalten Wände ging ein starker und verhältnissmässig schneller Strom, der nur geringe Rauchmengen gegen die Mitte des Zimmers hin detachirte, abwärts gegen die obere Oeffnung des Paneelsammlers. Die ganze Rauchmenge, welche innerhalb der Begrenzungen des Paneelsammlers gerathen war, bewegte sich von beiden Seiten her gegen die Oeffnung des Paneelsammlers, wo sie vollständig aspirirt wurde. Die verhältnissmässig geringe Rauchmenge, welche nicht hier abgesaugt wurde, sammelte sich in dem unteren Theile des Zimmers an und bewegte sich hier nur sehr langsam gegen den Ofen hin, wo sie theils durch das Luftventil abgesaugt, theils in den aufwärtsgehenden warmen Luftstrom aufgenommen wurde.

Unter den Rauchversuchen gab der Versuch mit Absaugen über dem Ofen das schlechteste Resultat; die Rauchmenge, welche nicht sogleich ausgesaugt wurde, sondern sich in die Respirationshöhe herabsenkte, blieb hier lange stehen in Folge der geringen Bewegung in den bezüglichen Luftschichten. Das beste Resultat gab dagegen das Absaugen durch den Paneelsammler; der grösste Theil des Rauchs wurde sogleich ausgesaugt, indem er längs der kalten Wände niederfiel, und die Rauchmenge in der Respirationshöhe war geringer als bei den übrigen Versuchen. Dagegen wurde der Rauch, der sich theils in der Mitte des Zimmers herabgesenkt hatte, theils längs der nicht abkühlenden Wände herabgeströmt war und theils endlich an die kalten Wände ausserhalb des Paneelsammlers gerathen war, nur langsam entfernt, indem die Luft in dieser Höhe nur eine geringe Bewegung gegen den Ofen hin zeigte.

Fassen wir nun alle diese Untersuchungen und Beobachtungen zusammen, so ersieht man, dass die Resultate in fast allen Punkten gut übereinstimmen. Sie sprechen erstens dafür, dass in einem durch einen Mantelofen geheizten Zimmer die Luftführung des Frischluftcanals so reichlich sein soll, dass dem Zimmer eine so grosse Menge Luft von aussen zugeführt wird, dass nicht nur die gewöhnlichen Forderungen zu der Intensität der Ventilation dadurch erfüllt werden, sondern auch die durch die Absaugecanäle entfernte Luftmenge reichlich ersetzt wird, wodurch die Entwickelung eines Unterdruckes, der eine Einsaugung von

unreiner Luft durch den Boden und die Decke veranlassen könnte, verhütet wird. Unter den untersuchten Methoden war das Absaugen durch den Paneelsammler die, welche die besten Resultate gab: sowohl die Kohlensäurebestimmungen als die Psychrometerbestimmungen und die Rauchversuche sprechen übereinstimmend dafür, dass man in der Weise die unreine Luft am besten und schnellsten entfernen und namentlich die Luft in der Respirationshöhe rein halten können wird, und die Temperaturobservationen deuten an, dass diese Methode auch die meist ökonomische ist, indem sie die vollständigste Ausnutzung der im Zimmer producirten Wärme bedingt.

Wo ein solcher Paneelsammler angebracht ist, dürfen selbstfolglich keine Möbel oder Decorationsgegenstände die niedergehenden Luftströmungen unterbrechen und ablenken, aber diese Forderung wird selbstfolglich in Kranken- und Schulsälen leicht zu erfüllen sein, und selbst in gewöhnlichen Wohnzimmern wird ihre Erfüllung keine besonders grossen Schwierigkeiten darbieten. Die Begrenzungen des Paneelsammlers sollen so luftdicht als möglich sein, damit die Luft nicht von den Seiten und von unten her einströme, wodurch die saugende Wirksamkeit verringert würde. Seine Dimensionen sollen so berechnet werden, dass er die rechte Luftführung hat, aber es ist keineswegs gleichgültig, ob diese durch eine grössere Höhe und eine geringere Breite oder umgekehrt durch eine geringere Höhe und eine grössere Breite erreicht wird. Je höher nämlich der Sammler ist, je vollständiger wird die Abführung des längs der kalten Wände niedergehenden Luftstromes werden, je geringere unreine Luftmengen wird dieser durch detachirte Seitenstämme zu der Zimmerluft abgeben, aber je grösser wird auf der anderen Seite die Schicht von verhältnissmässig wenig bewegter unreiner Luft, die sich über dem Boden ansammelt, werden. Diese Ansammlung ist, wie es scheint, der schwache Punkt dieser Methode, aber vielleicht lässt sich dem daraus resultirenden Uebelstand dadurch abhelfen, dass man den Mantelraum des Ofens in zwei getrennte Räume theilt, von welchen der eine zur Erwärmung der durch den Frischluftcanal einströmenden Luft, der andere zur Erwärmung der Zimmerluft durch „Circulation“ dient, so dass die unreine Luft über dem Boden schneller gegen die Decke geführt wird und also wieder in den Bezirk des Absaugeprocesses kommt. Wenn der Fussboden nicht vollständig impermeabel ist, wird eine Combination mit einer directen Ableitung dieser unreinen Luft kaum indicirt sein.

[Aus dem hygienischen Institut der Universität Giessen.]

Ueber einen dem Pneumoniecoccus sehr ähnlichen Mikroorganismus.

Von

Michael Nikiforoff.

Die jüngste Influenza-Pandemie hat zahlreichen Forschern Veranlassung zu bacterioskopischen Untersuchungen gegeben, deren Hauptziel war, den bisher unbekannten Erreger der Krankheit zu entdecken. Umfangreiche Untersuchungen haben während dieser Epidemie sowohl die krankhaften Secrete (Auswurf, Nasenschleim) als auch das Blut und in tödtlich verlaufenen Fällen die inneren Organe in Betracht gezogen. In letzteren Fällen lieferten besonders die entzündlich veränderten Respirationsorgane und namentlich die Lunge das zur Untersuchung verwandte Material, da gerade die mit Pneumonie complicirten Influenzaerkrankungen verhältnissmässig häufig zum Tode führten. Dass jene Untersuchungen, trotz ihrer grossen Zahl, bisher den vermutheten specifischen Influenzaerreger nicht haben auffinden lassen, darüber stimmen wohl alle Forscher, die auf diesem Gebiete gearbeitet haben, überein. — Eine besondere Stellung nehmen die Befunde von Klebs[1] ein, der im Blute von Influenzakranken Gebilde gesehen hat, welche er als den bekannten Malariaplasmodien sehr ähnlich beschreibt. Es ist aber ein solcher Befund Seitens anderer Forscher nicht bestätigt; ja selbst der Entdecker der Malariaplasmodien Laveran vermochte im Blute von Influenzakranken irgend welche fremde Bestandtheile nicht aufzufinden. — Die Resultate der bisher veröffentlichten bacteriologischen Influenzauntersuchungen lassen sich dahin resumiren, dass in den Ausscheidungen der entzündeten Respirationsorgane verschiedene

---

[1] *Centralblatt für Bacteriologie.* Bd. VII. S. 5.

Bacterien sich nachweisen lassen, die eventuell als Erreger dieser Influenzacomplicationen zu betrachten, deren ursächliche Beziehungen zur Influenza selbst aber mindestens fraglich sind. Diese Bacterienarten sind theils Streptococcus- resp. Staphylococcusarten (Faillard, Ribbert, Chantemesse u. A.), theils sind sie anscheinend identisch mit den wohlbekannten Pneumonieerregern (Weichselbaum, Ribbert u. A.).

Die Pneumoniekokken — Diplococcus pneumoniae von Talamon, Fränkel, Weichselbaum — wurden besonders oft von Weichselbaum in Influenzafällen gefunden. Allerdings unterschieden sich in einzelnen seiner Fälle diese Kokken durch einige nicht näher beschriebene Merkmale von den echten Pneumokokken.

Die bacterioskopische Untersuchung der pneumonisch veränderten Lunge [1] eines der Influenza erlegenen Individuums durch Prof. Gaffky in Giessen hat zur Auffindung eines Mikroorganismus geführt, welcher in vielen Beziehungen mit dem Pneumoniecoccus übereinstimmte, andererseits aber doch bemerkenswerthe Unterschiede von demselben zu bieten schien, und dessen Natur und biologische Eigenschaften näher zu bestimmen Prof. Gaffky mir vorgeschlagen hat. Es sei mir gestattet, hier meinen herzlichsten Dank für die bei Ausführung der Arbeit mir ertheilten Rathschläge auszusprechen. — Obgleich bei der Untersuchung der Lungen von noch einigen anderen letal verlaufenen und mit Pneumonie complicirten Influenzafällen der in Rede stehende Mikroorganismus nicht gefunden werden konnte, so bieten doch seine biologischen Eigenthümlichkeiten so viel Interesse dar, dass seine nähere Beschreibung wohl gerechtfertigt erscheint.

Das zur Untersuchung verwendete Ausgangsmaterial bestand in einer Lunge, in welcher sich zerstreute pneumonische Infiltrate vorfanden. In dem ausgestrichenen Lungensafte konnte man nur wenige Bacterien auffinden, namentlich einige kurze und etwas dicke Bacillen und Diplokokken. In Schnittpräparaten der in Alkohol gehärteten Lungen waren nur vereinzelt Kokken nachweisbar.

Am 2./I. 1890 wurden Stückchen des infiltrirten Lungengewebes einem Kaninchen in die vordere Augenkammer, einem Meerschweinchen und zwei Mäusen in eine Hauttasche eingeführt. Das dem Kaninchen in die vordere Augenkammer gebrachte Stückchen war nach einigen Wochen spurlos resorbirt, nachdem sich anfänglich eine geringe entzündliche Reaction bemerklich gemacht hatte.

Die eine Maus starb am 5./I. (die zweite ist gesund geblieben).

---

[1] Die Lungen waren von Hrn. Prof. Dr. Leichtenstern in Cöln dem Giessener pathologischen Institut übersandt. Ihre bacteriologische Untersuchung wurde von Hrn. Prof. Dr. Bostroem freundlichst gestattet.

Sectionsbefund: Sehr stark ausgeprägte Durchtränkung des subcutanen Gewebes mit klarer, wässeriger Flüssigkeit. In Deckglaspräparaten aus der ödematösen Flüssigkeit findet man zahlreiche Kokken, die grösstentheils zu zweien mit einander verbunden sind. Sie sehen etwas oval aus; einige haben zugespitzte Enden, so dass sie die Form der sogenannten Lancettkokken besitzen. Die Untersuchung von nach Gram gefärbten Schnitten der in Alkohol gehärteten inneren Organe ergab, dass vereinzelte Doppelkokken auch im Blute vorhanden waren. Die Veränderung der Haut bestand nach der mikroskopischen Untersuchung in einer beträchtlichen entzündlichen Infiltration mit Anhäufung von Leukocyten; die Kokken fanden sowohl in den Lymphgefässen als auch in dem zwischen den Bindegewebsfasern vorhandenen Exsudate sich vor. Der Versuch, die im Unterhautgewebe gefundenen Kokken in Nährgelatine zu züchten, fiel negativ aus, dagegen waren auf den bei Brüttemperatur aufbewahrten Agarplatten nach 24 Stunden sehr kleine Colonieen zu bemerken. Unter diesen stellten sich die tiefer gelegenen bei schwacher Vergrösserung als scharf abgegrenzte ovale, vielfach auch spindelförmige Häufchen dar, während die oberflächlich gelegenen in Folge der Ausbreitung auf der freien Fläche von einer helleren Zone umgeben waren. Nach längerer Aufbewahrung im Brütofen konnte man keine nennenswerthe Vergrösserung der Colonieen mehr wahrnehmen. Ausstrichculturen auf schräg erstarrtem Agar erwiesen sich aus sehr kleinen, schwer bemerkbaren, fast durchscheinenden, tröpfchenähnlichen Colonieen bestehend, die ebenfalls nach längerer Brütofenzüchtung keine weitere Entwickelung und Vergrösserung mehr erfuhren.

In Agar-Stichculturen war die Entwickelung längs des ganzen Stichcanals zu sehen.

Eine mit Agarcultur am 7./I. geimpfte Maus starb am 10./I. und bot die gleichen Veränderungen wie die zuerst eingegangene dar; in der ödematösen Flüssigkeit fanden sich ebenfalls reichliche Doppelkokken, dagegen konnten im Blute keine Mikroorganismen nachgewiesen werden.

Das am 2./I. geimpfte Meerschweinchen starb am 9./I. und zeigte bei der Untersuchung folgende Veränderungen: An der Impfstelle fibrinöses Exsudat, ringsum dasselbe ein erhebliches seröses subcutanes Oedem. In den inneren Organen wurden keine Bacterien gefunden, dagegen in der subcutanen ödematösen Flüssigkeit zahlreiche Doppelkokken, die bei der Züchtung dieselben Eigenthümlichkeiten darboten, wie die von der ersten Maus gewonnenen.

Eine am 9./I. mit der ödematösen Flüssigkeit des Meerschweinchens geimpfte Maus starb am 13./I. Der Sectionsbefund bei dieser Maus war folgender (14./I.): Subcutanes Oedem schwach ausgeprägt, Lymphdrüsen geschwollen, Darmschlingen mit zähem, reichlichem Exsudat bedeckt, welches zahlreiche lancettförmige Kapselkokken enthält.

Die aus diesem Falle rein gezüchteten Diplokokken besassen ebenfalls die oben beschriebenen typischen Merkmale.

Eine am 14./I. von dieser Maus geimpfte andere Maus starb am 17./I. Sectionsbefund: Subcutanes Oedem mit zahlreichen, mit Hüllen versehenen Kokken, keine Bacterien im Blute. Von dieser Maus wurde am 17./I. wieder eine Maus geimpft und gleichzeitig einem Kaninchen und einem Meer-

schweinchen ziemlich grosse Stückchen des ödematös durchtränkten Gewebes unter die Haut eingeführt. Die beiden letzteren Thiere blieben trotz der grossen Menge des eingeführten Impfmaterials ganz gesund, während die Maus nach zwei Tagen unter den früher beschriebenen Erscheinungen eingegangen war. Aus der Oedemflüssigkeit wuchsen wieder dieselben pneumokokkenähnlichen Culturen.

Die Uebertragungen von einer Maus auf die andere wurden dann noch längere Zeit und zwar stets mit sicherem Erfolge vorgenommen. Die Mäuse starben regelmässig nach 2 bis 3 Tagen und zeigten bei der Section ein ausgesprochenes subcutanes Oedem mit zahlreichen Kokken. Zuweilen konnten die letzteren auch im Blute nachgewiesen werden. Die von den Mäusen gewonnenen Reinculturen besassen immer dieselben oben beschriebenen Eigenthümlichkeiten.

Die Versuche, bei Kaninchen eine Infection zu erzielen, wurden von Zeit zu Zeit, aber stets erfolglos, wiederholt; bemerkt sei dabei, dass zu diesem Zwecke immer frische Thiere verwandt wurden. So wurde beispielsweise am 21./I. einem Kaninchen von einer der Infection erlegenen Maus ohne jeden Erfolg ein grosses ödematöses Gewebsstückchen subcutan eingeführt. Am 29./I. wurde von einer soeben gestorbenen und unter den nöthigen Cautelen secirten Maus eine Bouilloncultur angefertigt. Am 30./I. war die Bouillon in Folge einer reichlichen Diplokokken-Vermehrung ganz gleichmässig getrübt. Mit dieser Bouilloncultur wurden ein Kaninchen und ein Meerschweinchen, eine Taube und eine Maus inficirt, indem jedem der drei ersteren Thiere $^1/_4$ der Koch'schen Spritze subcutan injicirt wurde. Die Maus war nach zwei Tagen unter den gewöhnlichen Erscheinungen gestorben, das Kaninchen und die Taube blieben reactionslos und gesund. (Der Versuch, eine Taube zu inficiren, wurde nochmals und zwar wieder ohne Erfolg ausgeführt, indem einem neuen Thiere ein ziemlich grosses Bindegewebsstückchen von einer frisch gestorbenen Maus unter die Haut eingeführt wurde.)

Das am 30./I. geimpfte Meerschweinchen war am 7./II., also nach acht Tagen, gestorben. Der Sectionsbefund war folgender: An der Injectionsstelle im Unterhautgewebe fibrinöses Exsudat; ringsum dasselbe starkes Oedem mit Diplokokken. In der rechten Pleurahöhle ziemlich klare Flüssigkeit mit zahlreichen Kokken. Die Pleura selbst schien unverändert zu sein. Rechte Lunge etwas collabirt. Pericardium mit dem Herzen durch ein zähes, fibrinöses Exsudat verklebt. Die Exsudatmassen enthielten zahlreiche Diplokokken, die mit deutlichen Kapseln versehen waren. Lunge und Milz normal. Keine Kokken im Blute.

Mittels einer in diese pericardiale Exsudatflüssigkeit eingetauchten Platinöse wurde eine Maus subcutan geimpft, und dann ein grosses Stückchen des pericardialen Gewebes sammt Exsudatmasse einem Kaninchen tief in eine Hauttasche eingeführt. Ausserdem wurde eine Bouilloncultur angefertigt. Am nächsten Tage, als in der Bouillon eine kräftige Entwickelung der Diplokokken zu constatiren war, wurde einem frischen Kaninchen $^1/_4$ Spritze der Cultur unter die Haut eingespritzt. Während nun die am 7./II. geimpfte Maus nach zwei Tagen unter den gewöhnlichen Erscheinungen eingegangen war, blieben beide Kaninchen ganz gesund, insbesondere waren auch an den Injectionsstellen keine Veränderungen zu finden.

Die aus dem subcutanen Oedem der Mäuse gezüchteten Diplokokkenculturen erreichten, wie erwähnt, das Maximum ihres Wachsthums auf Agar (Glycerin-Agar, schwach alkalisch) nach 24 bis 48 Stunden. Unter Luftabschluss gezüchtete Culturen (überschichtete Agarröhrchen) stellten kleine kugelförmige Colonieen dar, die bald keine bemerkbare Vergrösserung mehr wahrnehmen liessen. Die Culturen erwiesen sich als übertragbar und entwickelungsfähig, selbst wenn sie nicht in kurzen Zwischenräumen auf neues Nährmaterial übertragen wurden. So gelang von einer mit Agar überschichteten, am 23./I. angesetzten Cultur (à l'anaérobiose), in welcher die durch Agar bedeckten Colonieen längere Zeit vor Austrocknung geschützt waren, eine Umzüchtung noch am 27./II., also nach mehr als einem Monate. Die Umzüchtung der auf schräg erstarrtem Agar gewachsenen Culturen wurde in einem Falle noch nach sechs Tagen mit gutem Erfolge vorgenommen. Weitere Umzüchtungsversuche mit längere Zeit aufbewahrten Agarculturen wurden nicht ausgeführt, da es sich erwies, dass der beschriebene Diplococcus längere Zeit im trockenen Zustande entwickelungsfähig sich erhalten lässt.

Am 5./II. wurde eine Bouilloncultur angefertigt und nach genügendem Wachsthum mit derselben sterile Seidenfäden durchtränkt, welche dann getrocknet und im Exsiccator aufbewahrt wurden. Am 24./II. wurde ein solches Fädchen in Bouillon eingebracht, in welcher nach 24 stündigem Verweilen im Brütofen ein kräftiges Wachsthum zu constatiren war. Die mikroskopische Untersuchung ergab eine Reincultur der ovalen Kokken, von denen die meisten in der Form von Doppelkokken erschienen, einige aber auch zu kurzen aus 3 bis 4 Kokken bestehenden Ketten verbunden waren. Bei der Verimpfung dieser Bouilloncultur auf schräg erstarrtes Agar waren nach 24 stündigem Verweilen im Brütofen Colonieen zu bemerken, die zwar auch als ziemlich kleine durchscheinende Tröpfchen sich darstellten, im Vergleich mit den früher beschriebenen Culturen aber, wie es schien, ein etwas kräftigeres Wachsthum besassen. Controlzüchtungen haben indess ergeben, dass ein solches etwas kräftigeres Wachsthum wahrscheinlich dadurch bedingt ist, dass bei der Verimpfung einer Bouilloncultur auf Agar immer eine grosse Menge vollständig entwickelungsfähiger Bacterien übertragen wird. Wenn man nämlich von derselben Bouilloncultur statt einer Oese nur diejenige Menge, welche an einer Platindrahtspitze hängen bleibt, auf Agar übertrug, und dann diese kleine Menge mittelst Oese gut ausstrich, so bekam man ganz typische kleine, durchscheinende, tröpfchenartige, denjenigen der Pneumoniekokken sehr ähnliche Colonieen, die geradezu als Muster der letzteren dienen konnten.

Dass die nahezu drei Wochen lang im Exsiccator aufbewahrten Bacterien nicht nur entwickelungsfähig, sondern auch virulent geblieben waren, zeigt folgender Versuch:

Am 25./II. wurde mit der erwähnten von einem Seidenfädchen aus gewachsenen Bouilloncultur eine Maus geimpft und eine Agarcultur angefertigt.

Am 26./II. sah die Maus krank aus. Auf Agar waren im Brütofen kleine typische Colonieen gewachsen.

Am 27./II. war die Maus gestorben. Sectionsbefund: Stark ausgeprägtes subcutanes Oedem mit zahlreichen Diplokokken; letztere auch vereinzelt im

Blute zu finden. Von der Oedemflüssigkeit wurden Agarculturen angefertigt, welche am 28./II. wiederum dieselben Colonieen zeigten.

In der folgenden Versuchsreihe gelang es zum ersten Male auch ein Kaninchen zu inficiren und zwar mittelst Injection in die Blutbahn. Der Verlauf der Versuche war folgender:

Am 10./III. wurde ein Seidenfädchen (vom 5./II.) in Bouillon eingebracht, welche sich in Folge dessen am 11./III. getrübt zeigte. Bei der mikroskopischen Untersuchung erwies sich, dass es sich um eine Reincultur von Diplokokken handelte. Mit dieser Bouilloncultur wurden eine Maus geimpft und eine Control-Agarcultur angefertigt. Auf der letzteren waren am 12./III. ganz typische Colonieen entwickelt.

13./III. Maus sieht schwer krank aus.

14./III. Maus todt. Sectionsbefund: Mässig ausgeprägtes subcutanes Oedem. Schwellung der Lymphdrüsen. Diplokokken in der Oedemflüssigkeit, sowie auch im Blute. Von dieser Oedemflüssigkeit wurde ein Bouillonröhrchen geimpft.

15./III. Bouillon getrübt. Mit dieser Bouilloncultur wurde eine Maus subcutan geimpft und dann $^1/_2$ Spritze der mit etwas sterilisirtem Kartoffelbrei gemischten, durch Gaze filtrirten Bouilloncultur einem Kaninchen in die Ohrvene injicirt. (Der Zusatz von Kartoffelbrei geschah in der Absicht, die Infection zu erleichtern, wie das beispielsweise bei entsprechenden Versuchen mit Typhusbacillen gelingt. Leider wurde versäumt einen Controlversuch ohne Zusatz von Kartoffelbrei auszuführen.) Schon am 17./III. waren die Maus und das Kaninchen eingegangen.

Sectionsbefund bei der Maus: Stark ausgeprägtes subcutanes Oedem mit zahlreichen Diplokokken. Vereinzelte Kokken im Blute.

Sectionsbefund beim Kaninchen: Keine entzündlichen Veränderungen an dem zur Operation benutzten Ohre. Im Blute aus der Vena cruralis fanden sich Diplokokken. Peritoneum glatt, glänzend, unverändert. In der rechten Pleurahöhle seröse Flüssigkeit, in welcher bei der mikroskopischen Untersuchung vereinzelte Diplokokken gefunden wurden. Pleura links normal. Pericardium durch ganz trübe Flüssigkeit, die auch schwimmende Flöckchen und Fäden (Fibrin) enthält, ausgedehnt. Pericardium stark geröthet, mit Ecchymosen durchsetzt, seine Oberfläche getrübt und mit weisslichen Einlagerungen versehen. Das pericardiale Exsudat enthält eine grosse Menge lancettförmiger, mit Kapseln umgebener Doppelkokken. Im Herzblute finden sich ebenfalls zahlreiche Kapselkokken. Milz etwas vergrössert; im Milzsafte dieselben Kokken. Im Zwölffingerdarm, sowie stellenweise auch im Dünndarm finden sich kleine Ecchymosen. Peyer'sche Drüsen in der Nähe der Valv. Bauhini, sowie Mesenterialdrüsen geschwollen.

Vom pericardialen Exsudate wurden Culturen angesetzt und eine Maus geimpft; dann wurde $^1/_4$ Spritze dieses Exsudates einem frischen Kaninchen unter die Haut eingespritzt.

Am 18./III. zeigten die Agarculturen das bekannte Wachsthum. An der Injectionsstelle beim Kaninchen hatte sich eine pflaumengrosse Geschwulst entwickelt.

Am 19./III. wurde die Maus todt gefunden. Sectionsbefund: Subcutanes Oedem mit Diplokokken, keine Kokken im Blute.

Die Geschwulst beim Kaninchen wurde bis zum 22./III. beobachtet; dann wurde sie, da sie keine nennenswerthen Veränderungen mehr erfuhr, mittels Scalpell etwas eröffnet und ihr Inhalt mikroskopisch untersucht, wobei dieselben Diplokokken zu finden waren. Aus äusseren Gründen musste leider auf die Anstellung weiterer Thierversuche verzichtet werden. —

Der oben beschriebene Diplococcus lässt sich auch gut in steriler Milch züchten, und zwar ohne dass er bei seinem Wachsthum eine Gerinnung, bezw. eine Veränderung der Reaction hervorruft. Beispielsweise wurde am 27./II. eine Reincultur der Diplokokken in Milch geimpft, die dann in den Brütofen gestellt wurde. Am 28./II. war die Milch nicht geronnen, ihre Reaction unverändert. In gefärbten Deckglaspräparaten waren nur die bekannten Kokken zu sehen. Von dieser Milch wurde eine Agarcultur angefertigt, auf welcher am 1./III. ganz typisches Wachsthum erfolgt war. Die Milch zeigte auch an diesem Tage noch keine Veränderungen. Die in der Milch gezüchteten Diplokokken verlieren offenbar ihre Virulenz, da solche Culturen die Mäuse zu tödten nicht mehr im Stande sind. Dagegen können sie bis zu einem gewissen Grade eine Immunisirung von Mäusen bewirken. Es spricht dafür folgender Versuch.

Am 7./III. wurde eine Maus mit einer Milchcultur, die schon dreimal und zwar immer nach zwei Tagen umgezüchtet war, geimpft. Bis zum 10./III. blieb die Maus gesund. Am 11./III. wurde sie sammt einer frischen zur Controle dienenden Maus mittelst einer Bouilloncultur geimpft, die von einem Seidenfaden (vom 5./II.) angefertigt war. Von der Bouilloncultur wurde gleichzeitig auch eine Agarcultur angesetzt, auf welcher am 12./III. ganz typisches Wachsthum eingetreten war.

Am 13./III. wurde diejenige Maus, welche früher mit Milchcultur geimpft war, noch ganz gesund befunden, während die Control-Maus schon sehr schwer krank aussah und am 14./III. starb. (Sectionsbefund: Nicht stark ausgeprägtes subcutanes Oedem, Lymphdrüsenschwellung, Diplokokken im Gewebssafte und im Blute.)

Die anscheinend immun gewordene Maus wurde nun nochmals und zwar am 17./III. mit ödematöser Flüssigkeit einer soeben gestorbenen Maus geimpft. Dieses Mal widerstand sie der Infection nicht. Schon am 18./III. sah sie krank aus und starb am 19./III. (Sectionsbefund: Subcutanes Oedem mit Diplokokken. Keine Kokken im Blute.) — Es scheint also, dass die frisch dem Thierkörper entnommenen Diplokokken eine stärkere Virulenz als die nach vorgängiger längerer Aufbewahrung im trockenen Zustande künstlich gezüchteten besitzen.

Der im Vorstehenden beschriebene Mikroorganismus besitzt ohne Zweifel viel Aehnlichkeit mit dem als Erreger der Lungenentzündung bekannten Pneumoniecoccus. Sein mikroskopisches Aussehen ist mit demjenigen des Pneumoniecoccus identisch, insbesondere zeigen beide Organismen zuweilen zugespitzte Enden, sehen lancettförmig aus und erscheinen unter gewissen Verhältnissen mit einer Kapsel versehen; beide lassen sich nach Gram gut färben. Was die Cultureigenschaften betrifft, so wachsen beide Organismen nur bei Brüttemperatur, indem sie Colonieen entwickeln, die nach mikro- und makroskopischem Aussehen sich vollkommen gleichen.

Ein scharfer Unterschied zwischen beiden zeigt sich aber bezüglich der Erhaltung der Virulenz und der Lebensfähigkeit in den Culturen. Der Pneumococcus bedarf nach Fränkel, um seine Virulenz und Entwickelungsfähigkeit zu bewahren, der Umzüchtung in kurzen Zwischenräumen. In glücklichen Fällen liess sich seine Virulenz bei aufmerksamer, nach je drei Tagen vorgenommener Umzüchtung bis zu 24 Tagen erhalten. Falls aber die Uebertragung nicht mindestens alle 4 bis 5 Tage vorgenommen wurde, zeigte sich ein grosser Theil der Culturen überhaupt nicht mehr fortpflanzungsfähig, d. h. abgestorben. Auch nach Weichselbaum sterben die Culturen ab, wenn sie nicht jeden 3. bis 4. Tag umgezüchtet werden; die äusserste Grenze dafür bildet nach Weichselbaum eine Woche.

Der oben beschriebene Diplococcus hat sich in dieser Hinsicht als weit weniger empfindlich bewiesen, da seine Culturen sogar in getrocknetem Zustande noch nach einem Monate ganz entwickelungsfähig und fast unverändert virulent sich erhalten haben. (Wie lange Zeit die in Bouillon gezüchteten und an Seidenfäden angetrockneten Pneumokokkenculturen ihre Virulenz und Lebensfähigkeit bewahren, darüber existiren allerdings meines Wissens keine Angaben in der Litteratur. — Wie nebenbei bemerkt sei, wird auch von Fränkel angeführt, dass der Pneumococcus nach vorgängiger Züchtung in Bouillon kräftigere Culturen ergebe und bei höherer Temperatur auch in Gelatine sich züchten lasse.) Zu den weiteren Unterscheidungsmerkmalen zwischen beiden Diplokokken kann ihr Verhalten in der Milch gezählt werden, da der echte virulente Pneumococcus bei seinem Wachsthum in der Milch eine Gerinnung derselben und Veränderung der Reaction (Säuerung) hervorruft, während der oben beschriebene weder Gerinnung noch Aenderung der Reaction verursacht. Uebrigens muss in dieser Beziehung hervorgehoben werden, dass nach Fränkel's Mittheilungen die abgeschwächte, weniger virulente Modification des Pneumoniecoccus bei der Milchzüchtung ganz anders sich verhält als der virulente. Es soll nämlich der Pneumococcus schon nach 4 bis 5tägiger Cultivirung in der Milch nicht nur seine pathogenen Eigenschaften, sondern auch sein Vermögen, Milch zur Gerinnung zu bringen und deren Reaction zu verändern, verlieren.

Es ist hiernach leicht ersichtlich, dass der oben beschriebene Diplococcus hauptsächlich mit dieser soeben besprochenen Pneumococcus-Modification sehr grosse Aehnlichkeit besitzt. Uebereinstimmung besteht, um es kurz zu wiederholen, in folgenden Punkten: Gleiches mikroskopisches Aussehen, bei beiden Anwesenheit einer Kapsel, gleiches Verhalten zu den Farblösungen (Gram), Wachsthum nur bei Brüttemperatur, gleiches mikro- und makroskopisches Aussehen der Culturen, bei der Cultivirung in Milch bei beiden weder Gerinnung noch Veränderung der Reaction. Die Unter-

schiede bestehen, soweit bis jetzt bekannt ist, in Folgendem: Der oben beschriebene Diplococcus besitzt die Eigenschaft, in trockenem Zustande seine Lebensfähigkeit und Virulenz längere Zeit zu bewahren; ob der abgeschwächte Pneumococcus etwa dieselbe biologische Eigenthümlichkeit besitzt, darüber existiren wenigstens zur Zeit keine Beobachtungen. Was die pathogenen Eigenschaften beider Organismen betrifft, so erscheint der oben beschriebene Coccus als äusserst virulent für Mäuse, die bei subcutaner Impfung, sogar mit älteren Culturen, stets nach 2 bis 4 Tagen erliegen. Die Kokken vermehren sich bei diesen Versuchsthieren hauptsächlich im subcutanen Gewebe und gehen nur selten in's Blut oder in die serösen Höhlen über. Meerschweinchen erweisen sich gegenüber diesen Kokken wenig empfänglich, indem selbst bei ausnahmsweise gelungener Infection der Verlauf der Krankheit ein protrahirter wird (7 bis 8 Tage). Bei den genannten Thieren finden sich ausser örtlichen Veränderungen gelegentlich auch fibrinöse Entzündungen der serösen Höhlen. Tauben sind gegen Impfungen immun. Kaninchen erweisen sich bei der subcutanen Impfung als vollständig refractär, und nur bei directer Injection in's Blut (mit Kartoffelpartikelchen) kann man eine tödtliche Erkrankung hervorrufen, indem die Kokken im Blute sich vermehren und auch eine fibrinöse Entzündung in den serösen Höhlen zu bewirken vermögen. Es wären noch weitere Versuche darüber anzustellen, ob die unter solchen Umständen im Kaninchen gewachsenen Kokken bei folgenden Impfungen etwa eine gesteigerte Virulenz erkennen lassen. Bis zu einem gewissen Grade scheint das nach dem oben mitgetheilten Versuche der Fall zu sein, in welchem es gelungen war, mittelst subcutaner Application der im pericardialen Exsudate des Kaninchens vermehrten Kokken bei einem anderen Kaninchen örtliche Veränderungen hervorzurufen, was früher niemals hatte erreicht werden können.

Was nun auf der anderen Seite die pathogenen Eigenschaften des Pneumococcus betrifft, so erscheint derselbe nicht nur für Mäuse, sondern auch für Kaninchen schon bei subcutaner Application als äusserst virulent, auch vermehrt er sich bei solchen Thieren immer im Blute. Ein subcutanes Oedem gehört dagegen, wie es scheint, bei Pneumokokkenimpfungen nicht zu den gewöhnlichen Erscheinungen; das Auftreten desselben bei Mäusen ist nur von Weichselbaum erwähnt, der es in einem Falle stark ausgeprägt zu beobachten Gelegenheit hatte.

Die uns besonders interessirende abgeschwächte Modification des Pneumococcus (welche man nach Fränkel am Besten in Bouillon bei 39 bis 40·5° C. oder nach 4- bis 5 tägiger Milchzüchtung bekommt) ist im Stande, bei subcutaner Verimpfung auf Kaninchen örtliche Veränderungen, Pneumonieen und fibrinöse Entzündungen der serösen Höhlen

(Pleuritis) zu verursachen. Welchen Virulenzgrad dieser abgeschwächte Pneumococcus gegen Mäuse besitzt, welche Krankheitserscheinungen er bei den letzteren hervorruft, darüber habe ich leider keine Angaben in der Litteratur finden können. Es sind meines Wissens auch keine eingehenderen Untersuchungen über die Frage angestellt, welchen Virulenzgrad die allmählich von selbst zu Grunde gehenden Pneumokokkenculturen in den verschiedenen Stadien besitzen, d. h. ob zu einer gewissen Zeit solche Culturen bei der subcutanen Application für Kaninchen schon wirkungslos sein können, während sie vielleicht Mäuse noch sicher und eventuell unter den oben beschriebenen Erscheinungen zu tödten vermögen.

Das Fehlen genügender Angaben über die pathogenen Eigenschaften der Pneumoniekokken bei Mäusen gestattet leider keine weitere Parallele zwischen den letzteren und den oben beschriebenen Organismen durchzuführen, und es lässt sich demnach weder die Identität noch die Verschiedenheit beider Diplokokken zur Zeit mit Bestimmtheit behaupten. Es müssen daher weitere Untersuchungen über den echten Pneumococcus unsere Ergebnisse ergänzen. Sollte sich dabei ergeben, dass der abgeschwächte Pneumoniecoccus dieselben biologischen Eigenschaften wie der oben beschriebene Diplococcus besitzt, so würde das Verhalten des Pneumonievirus ausserhalb des Körpers in wesentlich anderem Lichte erscheinen als bisher. Es sei in dieser Beziehung namentlich auf die mitgetheilten Versuche über die Erhaltung der Virulenz und Lebensfähigkeit der an Seidenfäden angetrockneten Culturen hingewiesen.

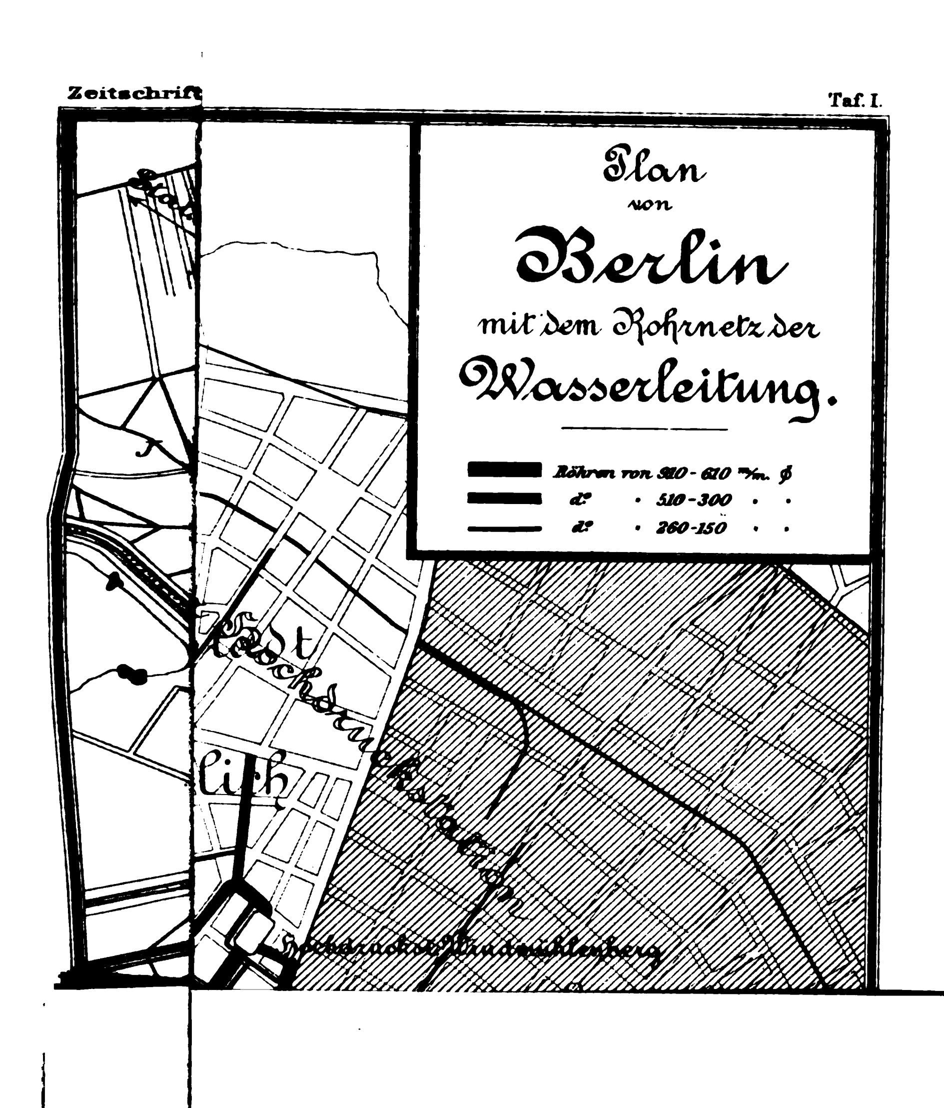

Plan
von
Berlin
mit dem Rohrnetz der
Wasserleitung.
Röhren von 910 - 610 m/m. ϕ
do. " 510 - 300 " "
do. " 260 - 150 " "
Stadt
lich

Fig. 1.

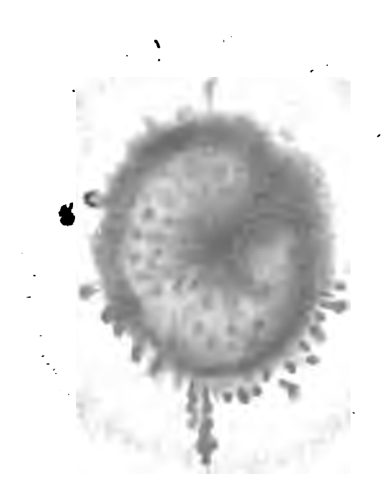


Fig. 2



Fig. 4.

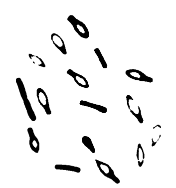
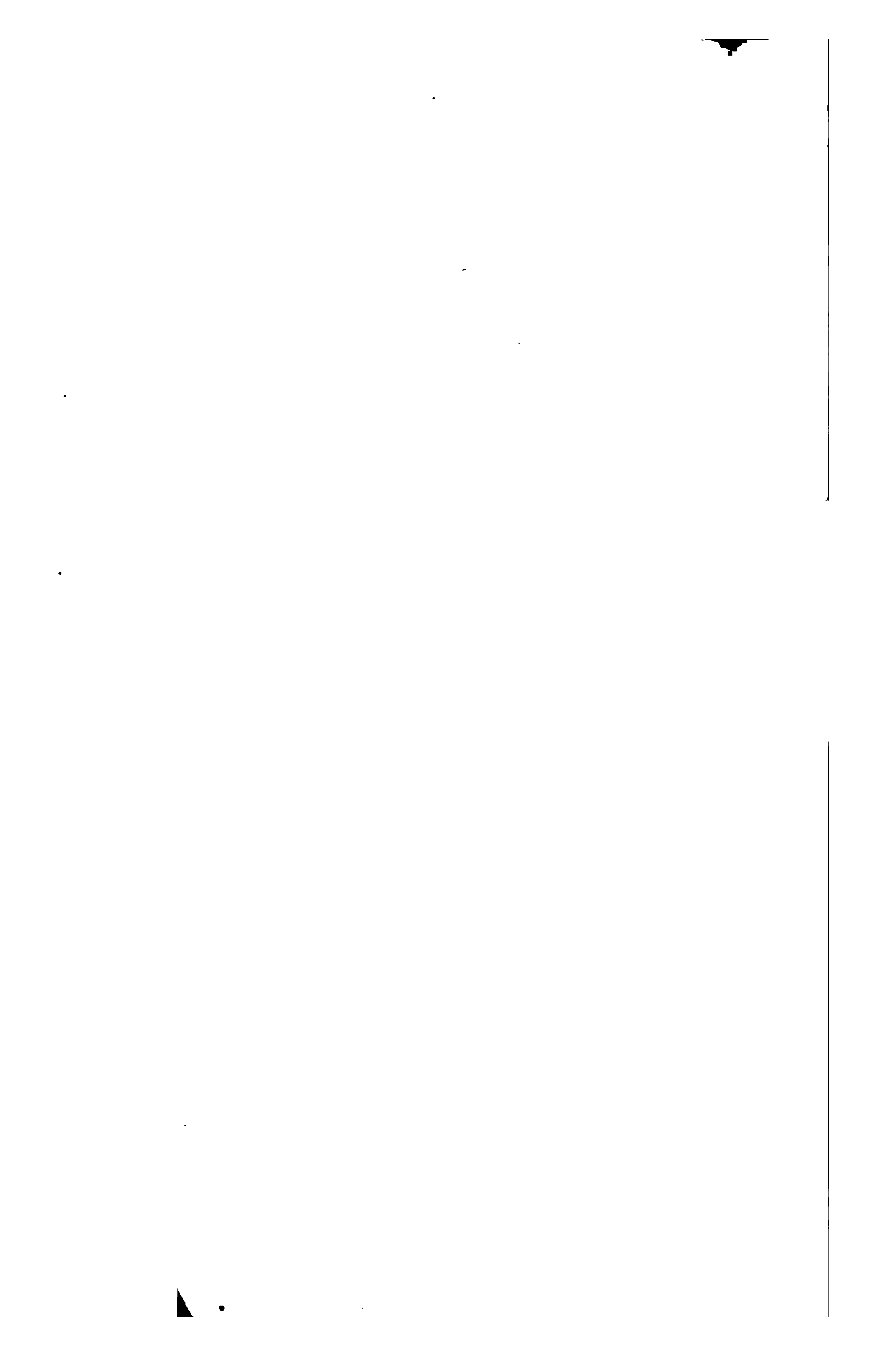


Fig. 3.



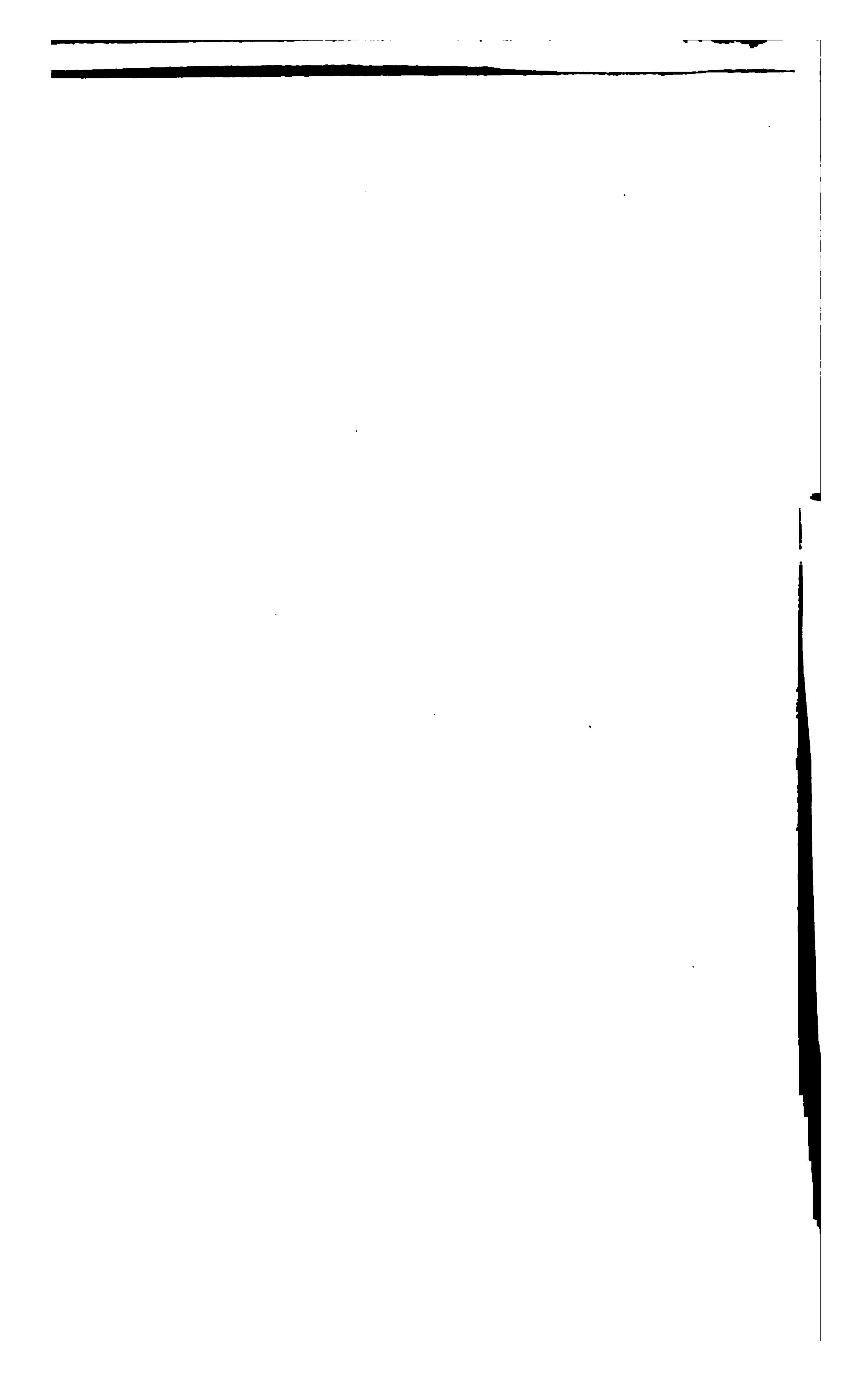
Verlag Veit & Comp.



UEBER

über die Verbreitu

und über die Vertheilung



UEBERS

über die Verbreitu

und über die Vertheilung

in

Fig. 1.

Fig. 5.

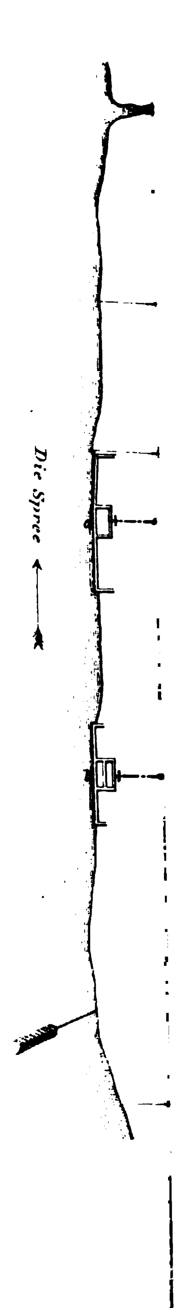
Fig. 6.

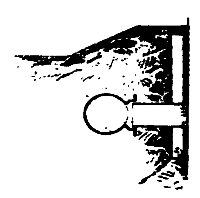
Fig. 9.

a

Fig. 13.

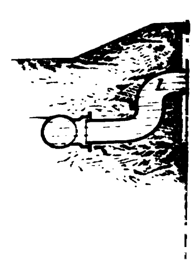
Fig. 14.


Die Spree

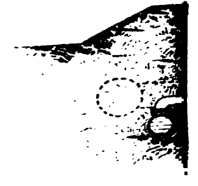




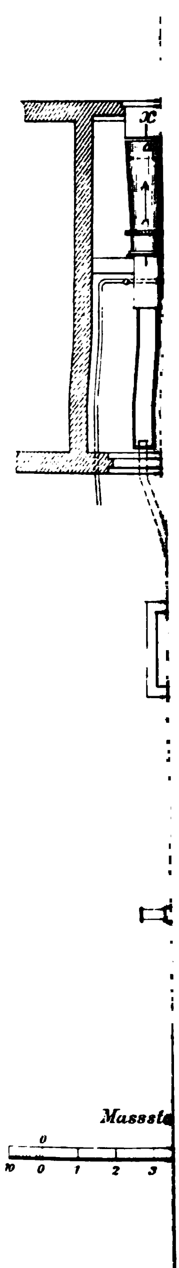
Schnitt

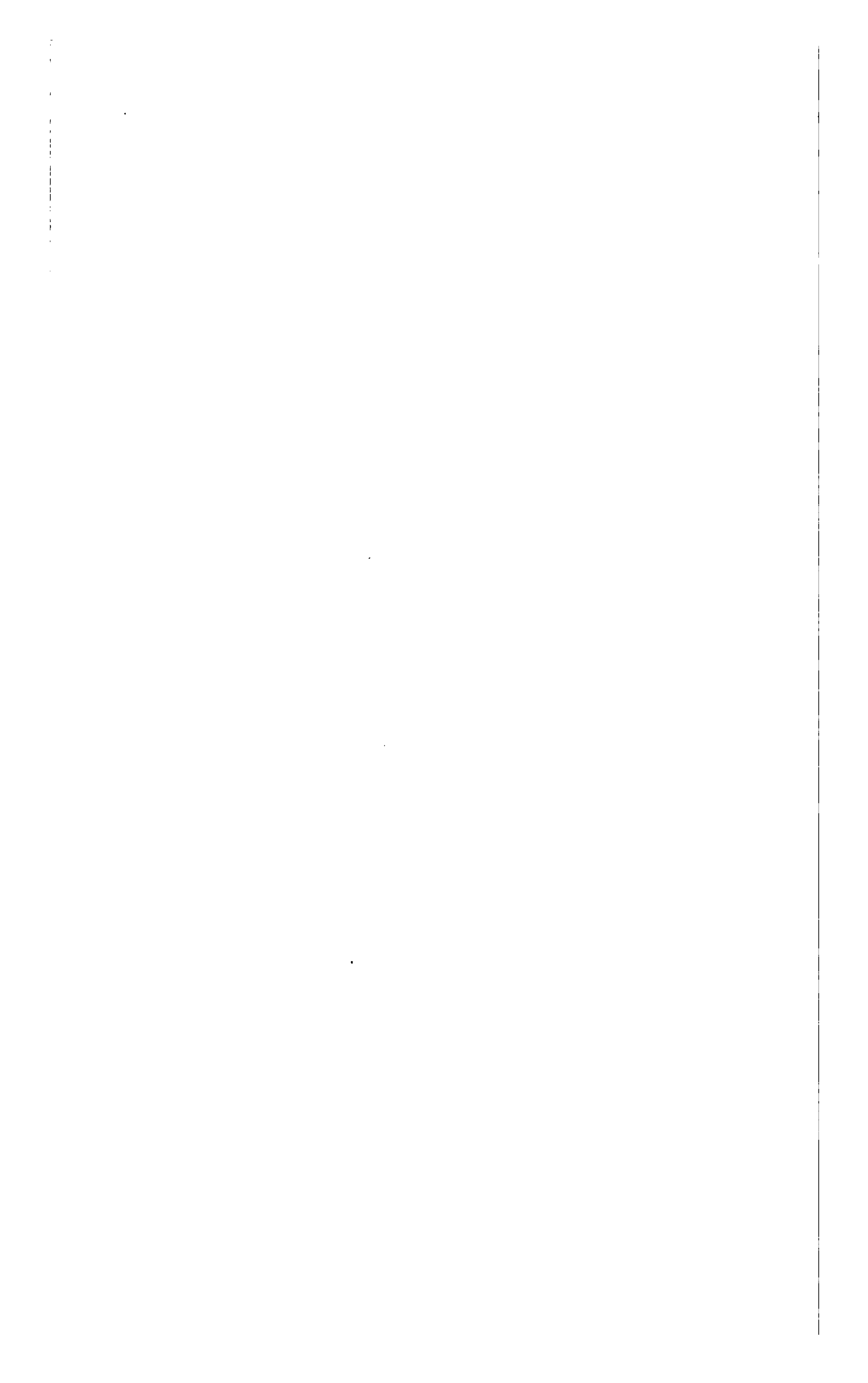


Ans



A


x
Massst
0
10 0 1 2 3



b

vc

p

Fig. 3.

z'

z

Fig. 7.

b

vc

h

Lith. Anst. v. F. A. Funke, Leipzig



